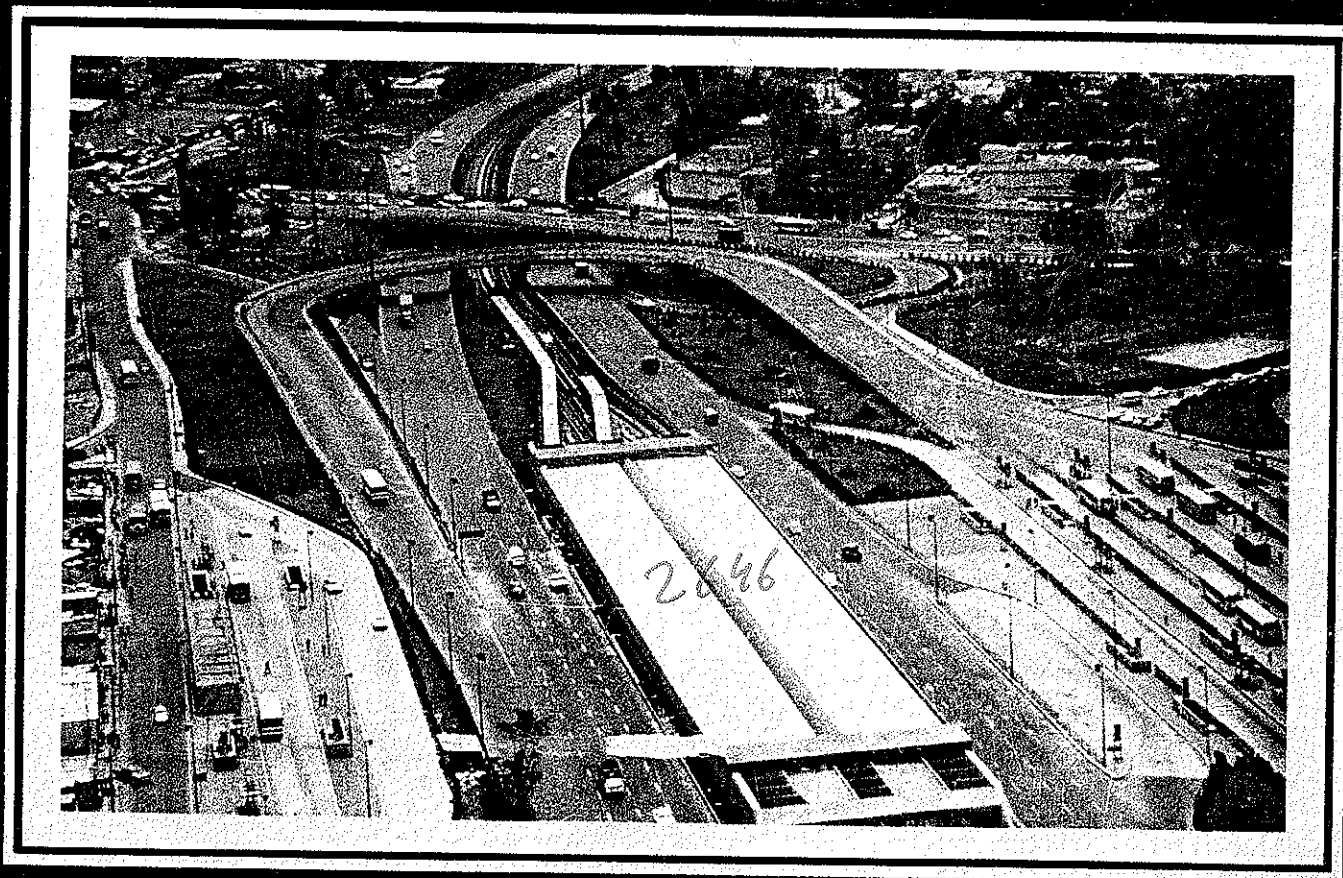




COVITUR 77-82



PRESENTACION	1
INTRODUCCION	2
CAPITULO I ANTECEDENTES	7
1.1 HISTORIA DEL TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE MEXICO	8
1.2 PRIMERA ETAPA DEL METRO	17
CAPITULO II CREACION DE COVITUR	25
2.1 ANTECEDENTES	26
2.2 OBJETIVOS FUNDAMENTALES Y PLANEACION	26
2.3 ORGANIZACION Y FUNCIONES	28
2.4 SISTEMAS ADMINISTRATIVOS	34
2.5 PROGRAMAS DE DIFUSION	34
CAPITULO III PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO	37
3.1 INTRODUCCION	38
3.2 PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO	38
3.3 DIAGNOSTICO DE VIALIDAD Y TRANSPORTE	39
3.4 PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE	42
CAPITULO IV PROYECTO DE NUEVAS LINEAS Y AMPLIACIONES 1977-1982	49
4.1 PLANEACION DE LA AMPLIACION DE LA RED	50
4.2 ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCION	53
4.3 CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL PROYECTO DE TRAZO Y ESTACIONES DE LAS LINEAS DEL METRO.	63
4.4 IDENTIFICACION DE LINEAS Y ESTACIONES	65
4.5 AMPLIACION DEL PUESTO CENTRAL DE CONTROL UNIDAD I	73
4.6 TALLERES DE MANTENIMIENTO	76
4.7 VIALIDADES COINCIDENTES CON EL METRO EN LAS LINEAS 1, 2, 3, 4, 5 y 6.	83
4.8 VIALIDADES NO COINCIDENTES CON METRO.	88
4.9 PARADEROS DE AUTOBUSES Y ESTACIONAMIENTO EN LAS ESTACIONES TERMINALES DEL METRO.	94
CAPITULO V OBRAS INDUCIDAS	99
5.1 ADQUISICION DE PREDIOS	100
5.2 RESCATES ARQUEOLOGICOS	102
5.3 INSTALACIONES HIDRAULICAS	104
5.4 INSTALACIONES DE ALUMBRADO PUBLICO	111
5.5 INSTALACIONES DE LA RED DE SEMAFOROS	112
5.6 INSTALACIONES DE CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO	112
5.7 INSTALACIONES DE TELEFONOS DE MEXICO	113
5.8 INSTALACIONES DE PETROLEOS MEXICANOS	114
5.9 INSTALACIONES DEL SERVICIO DE TRANSPORTES ELECTRICOS	115
5.10 INSTALACIONES FERROVIARIAS	115
5.11 INSTALACIONES DE LA SRIA. DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.	116
5.12 INSTALACIONES DE CABLEVISION	116
5.13 DESVIOS DE TRANSITO	117
5.14 ESPECIES VEGETALES	117
5.15 INSTALACIONES DIVERSAS	117

CAPITULO VI CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES	119
6.1 SOLUCION SUBTERRANEA EN CAJON	120
6.2 SOLUCION SUPERFICIAL	127
6.3 SOLUCION ELEVADA	129
6.4 SOLUCION SUBTERRANEA EN TUNEL	135
6.5 TALLERES TICOMAN	146
6.6 TALLERES EL ROSARIO	147
6.7 PUESTO CENTRAL DE CONTROL AMPLIACION UNIDAD I	148
6.8 PUESTO CENTRAL DE CONTROL UNIDAD II	148
6.9 DISTRIBUCION DE LOS CABLES DE CONTROL PARA LINEAS DEL METRO.	150
6.10 PREPARACION PARA FUTUROS ENLACES CON LAS LINEAS DEL METRO.	152
CAPITULO VII INSTALACIONES ELECTROMECHANICAS	153
7.1 OPERACION	154
7.2 SEÑALIZACION	156
7.3 PILOTAJE AUTOMATICO	158
7.4 MANDO CENTRALIZADO	159
7.5 TELECOMUNICACIONES	162
7.6 VENTILACION	163
7.7 ALIMENTACION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA	164
7.8 VIAS	168
7.9 MATERIAL RODANTE	175
7.10 CHOOPER	177
7.11 PRUEBAS DE LOS EQUIPOS	178
7.12 SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO	180
7.13 TALLERES	181
CAPITULO VIII OBRAS VIALES, REGENERACION URBANA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	185
8.1 OBRAS VIALES	186
8.2 REGENERACION URBANA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	194
CAPITULO IX INAUGURACION DE LAS OBRAS	203
9.1 AMPLIACION NORTE, LINEA 3	204
9.2 AMPLIACION SUR, LINEA 3	205
9.3 LINEA 4	205
9.4 LINEA 5	206
9.5 TALLERES TICOMAN	207
9.6 VIALIDADES	208
CAPITULO X AVANCES TECNOLOGICOS	211
10.1 APLICACION EN EL AREA DE INGENIERIA CIVIL	212
10.2 APLICACION EN EL AREA DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA	217
CAPITULO XI PANORAMA ACTUAL Y SEGUIMIENTO DEL PLAN RECTOR	225
11.1 EL TRANSPORTE EN 1976 EN EL DISTRITO FEDERAL	226
11.2 EL TRANSPORTE EN 1982 EN EL DISTRITO FEDERAL	226
11.3 IMPORTANCIA DEL SEGUIMIENTO DEL PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE.	228
11.4 ALTERNATIVAS DE LA CUARTA ETAPA DE AMPLIACION DEL METRO	233
11.5 CAPACITACION TECNICA.	233

Presentación

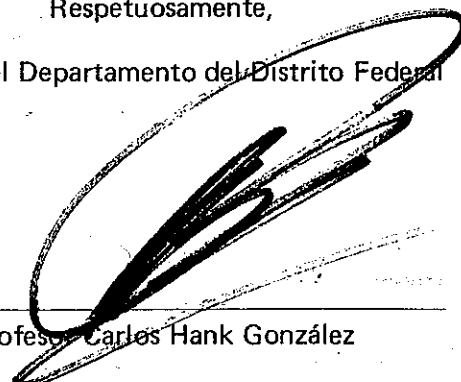
Esta sintética labor de imprimir los trabajos realizados por la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano del Departamento del Distrito Federal durante los años 1977-1982, representa el esfuerzo de autoridades, técnicos y empleados en general que trabajaron con entusiasmo en bien de todos los ciudadanos que habitamos en esta gran Ciudad de México.

La obra realizada y descrita en el presente libro fue en base a los lineamientos y políticas fijadas por el Sr. Presidente de la República Lic. José López Portillo.

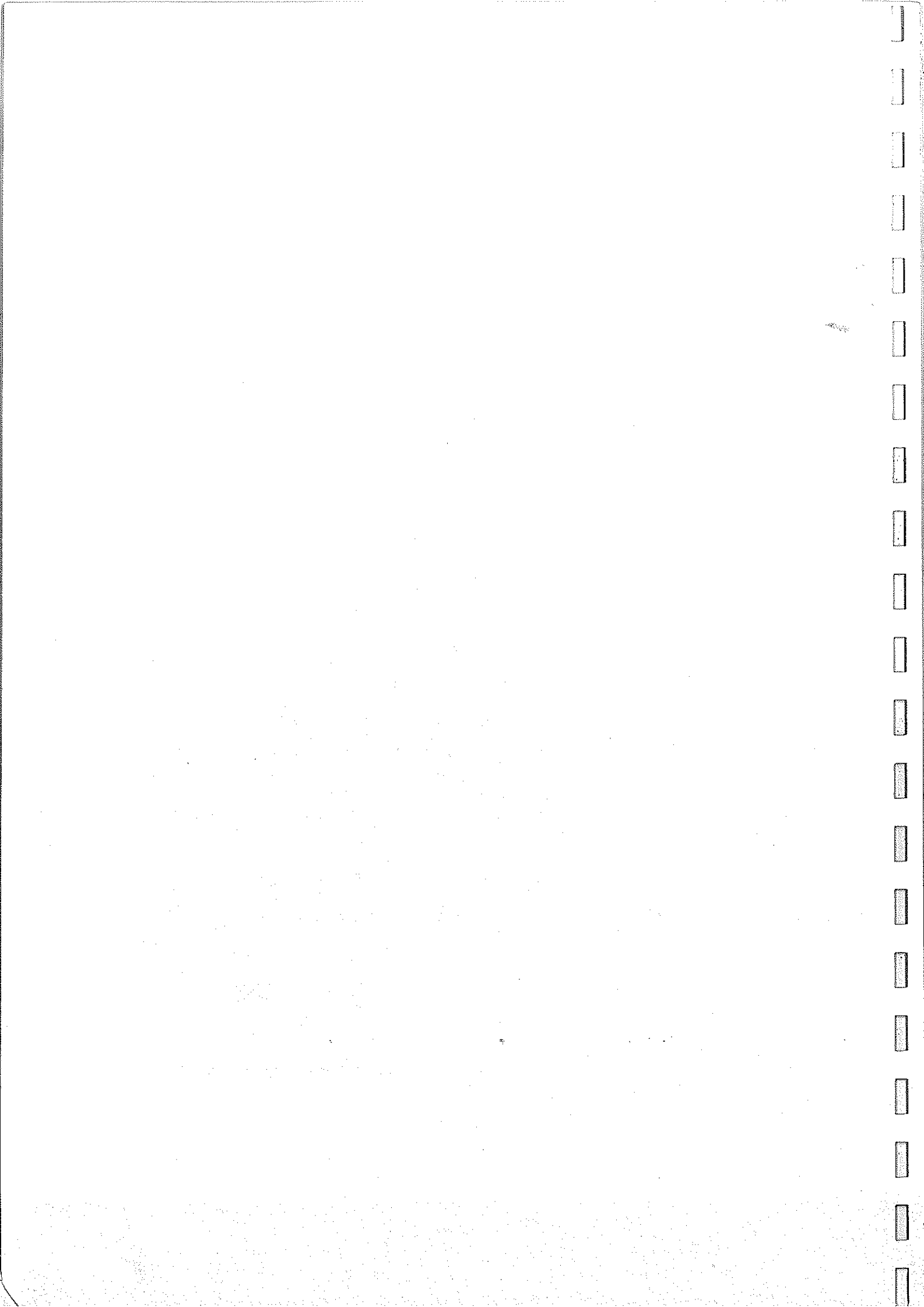
Podemos destacar que nuestra Ciudad cuenta en la actualidad con mayores y mejores facilidades de transportación, con sistemas más eficientes, seguros y confortables y obras que nos enorgullecen a nivel mundial. Lo anterior ha sido gracias a la labor conjunta y coordinada de un sinnúmero de personas, desde el más humilde colaborador de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, hasta el más alto funcionario del Departamento del Distrito Federal. A todos ellos nuestro más profundo agradecimiento por haber hecho nuestra Ciudad más habitable, y haber contribuido al México de hoy y del mañana, que tanto las presentes como las futuras generaciones disfrutarán.

Respetuosamente,

El Jefe del Departamento del Distrito Federal



Profesor Carlos Hank González



El futuro de la Ciudad de México, que en la actualidad es una de las más pobladas del mundo y que según los últimos estudios de la Organización de Naciones Unidas, considera que si sigue los índices de crecimiento actuales, será en el año 2000 la ciudad que con más habitantes cuente; requiere decisiones políticas que contemplen cabalmente el futuro del desarrollo nacional, primordialmente en relación al proceso de industrialización y desarrollo urbano del país.

Es importante señalar que el desarrollo urbano no debe ni puede concebirse fuera del contexto socio-económico nacional.

El compromiso político asociado al desarrollo, en el caso de nuestra ciudad, es parte sustantiva de la política nacional y ambas específicamente de la política urbana. Así, en nuestra gran metrópoli tenemos innumerables problemas que requieren de una atención y solución inmediata, siendo uno de los principales el "tránsito". Para solucionar este problema, es necesario crear la infraestructura a nivel de vialidad, facilidades de transportación pública, y sobre todo proporcionar a los habitantes de la ciudad los medios necesarios para satisfacer sus necesidades de desplazamiento de un lugar a otro.

El transporte urbano no es sino uno más, entre los muchos y graves problemas que requieren resolver las autoridades del Departamento del Distrito Federal. Cuando esto alcanza las proporciones como en el caso de nuestra Ciudad, tanto en el número de habitantes como en el de su extensión superficial, este problema de no ser atendido y resuelto de inmediato, puede llegar a crear situaciones insostenibles.

Mucho se dice que la movilidad es la quinta de las libertades y el automóvil ha llegado a convertirse en garantía de aquella libertad a la vez que es aceptado por muchos como un símbolo del éxito en la vida. Esto con datos de nuestra propia ciudad, lo podemos comprobar: entre el año de 1950 y 1980, el número de automóviles registrados pasó de 55 mil a casi dos millones con un aumento de casi el 4000 % en sólo 30 años.

Podría pensarse que este crecimiento en el número de vehículos privados, trae consigo una mejora en la situación de los transportes urbanos, pero la realidad es lo contrario. El embotellamiento creciente de nuestras avenidas y calles principales, no es más que un anuncio de lo que hubiera llegado a ocurrir si nuestras autoridades no se hubieran avocado a abordar el problema de vialidad y transporte del D.F.

El planteamiento real del problema del transporte urbano, no consiste sin embargo en saber si quienes usan sus automóviles para desplazarse estarán en medida de seguir haciéndolo al serle resueltos sus requerimientos básicos, como son: el de poder circular y el de poder estacionarse. Aún en el caso, cada vez más improbable de que pudiesen arbitrase soluciones de largo alcance para ello, el problema fundamental del tránsito en nuestra ciudad, consiste en poner a disposición de todos los ciudadanos, tanto los que tienen como los que no tienen automóvil, unos medios colectivos de transporte que por sus características resulten atractivos para uno y otro tipo de usuarios potenciales. El hacerlo, resuelve simultáneamente dos graves problemas: el de transportarse en general y el de circular por las avenidas y calles, ya que las vías de comunicación se verán despejadas en la medida en que los dueños de automóviles particulares utilicen los sistemas de transportes colectivos que la ciudad ofrece.

Para dar algunas cifras que enmarquen el problema descrito, baste considerar que en el año de 1979 de los casi 2 millones de vehículos que existían registrados, solamente el 3 % eran de transporte colectivo y efectuaban el 79 % de los viajes que se generaban; en cambio el 97 % del resto de vehículos, compuestos básicamente por automóviles particulares, sólo atendían al 21 % de los viajes. Se puede decir que aquí radicaba el origen del problema de la vialidad y el tránsito, por lo que, gran parte de la solución consistía en invertir dicha situación, con el fin de incrementar el número y la eficiencia de los vehículos colectivos, y constituir una alternativa viable para los que se transportaban en automóviles.

De no haberse tomado la decisión en el año de 1967 de iniciar la construcción de los primeros 41.5 kms. del Sistema de Transporte Colectivo "METRO", es indudable que a la fecha, la ciudad estaría paralizada, en gran parte porque no hubiera existido un medio eficiente para resolver el problema de la transportación.

En la actual Administración, las autoridades del Departamento del Distrito Federal decidieron crear en el mes de Septiembre de 1977 la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, organismo desconcentrado dependiente del D.D.F., cuyas funciones principales fueron las de crear la infraestructura necesaria para la construcción de las nuevas Líneas de Ampliación del Sistema de Transporte Colectivo "METRO", así como coordinar con las autoridades respectivas, todas las medidas tendientes a dar facilidades para la transportación de los ciudadanos en todos sus aspectos.

Desde esa fecha, esta Comisión se abocó en forma paralela a la solución del problema de la transportación, fundamentalmente en tres aspectos:

La realización del Plan Rector de Vialidad y Transporte de las políticas del Plan de Desarrollo Urbano del D.F.

La construcción de la Segunda y Tercera Etapas del Sistema de Transporte Colectivo "METRO".

Solución a los problemas de vialidad.

El Plan Rector de Vialidad y Transporte del D.F. que fue sometido a la consideración del C. Presidente de la República, Lic. José López Portillo en el mes de mayo de 1980, contempla cuatro planes fundamentales para la solución al problema del que hemos estado comentando:

Plan de Metro.

Plan de Vialidad.

Plan de Transporte de Superficie.

Plan de estacionamiento y programas complementarios.

Dentro de este esquema, todas las soluciones que han sido tomadas por las autoridades del Departamento, han sido encaminadas a la solución del problema del tránsito.

El Metro ha sido considerado como la columna vertebral del Sistema de Transporte Colectivo, y como tal, se planeó la Segunda Etapa de Construcción de este Sistema, con una longitud de 44.62 kms. No obstante que los problemas de desarrollo urbano del D.F. deben de ser considerados dentro del contexto de la política general del país, el Presidente de la República autorizó una Tercera Etapa de Construcción del Metro con una longitud de 25.38 kms.

Además, se han tomado medidas para dar facilidades a los otros sistemas de transporte de superficie, como han sido la construcción de ejes viales y carriles preferenciales, la municipalización del transporte público, la actualización de redes de estos transportes y la construcción de vialidades importantes de nuestra ciudad.

El presente libro pretende mostrar de una manera clara y concreta la obra realizada por la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano de 1977 a 1982. En él, se hace una narración cronológica desde el tiempo de los aztecas en la gran Tenochtitlán, donde se muestra que las trazas de los canales que servían de comunicación conservan en la actualidad su concepción original y sólo se han cambiado los sistemas de transportación.

Es importante describir también la forma como se realizó el proyecto civil, electromecánico y de obras inducidas, así como la construcción de las mismas, haciendo también mención a los sistemas que hacen que el Metro sea considerado como el sistema de transporte colectivo más seguro, eficiente, confortable y económico de los que se conocen en la actualidad.

Si bien es cierto que el Metro es el camino más viable para resolver el problema de transportación de nuestra ciudad, también es cierto que requiere, como se ha descrito, de la ayuda y complementación de otros sistemas. Por ello se describe la importancia que ha tenido la construcción de vialidades y estacionamientos, así como los efectos que ha causado en la regeneración y el paisaje urbano.

Para ello se han tomado medidas tendientes a la solución del problema y los técnicos mexicanos que actualmente laboran en COVITUR, se han encomendado también a la importantísima tarea de aplicar nuevas técnicas y avances tecnológicos que a nivel mundial se conocen, con objeto de construir las obras de una forma más eficiente, con mayores medidas de seguridad y más económicas. Es por ello que se destina un capítulo especial para describir estos avances.

Para la realización de este libro, que muestra la obra de esta Comisión, se ha contado con la colaboración de distinguidos profesionistas y técnicos. El nombrar a todos sería muy largo, sin embargo, queremos agradecer la colaboración de los siguientes organismos.

SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO.
INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGIA
E HISTORIA.
ISTME, S.A.
COMETRO, S.A.
ELECTROMETRO, S.A.
ECON, S.A.
SOFRETU.

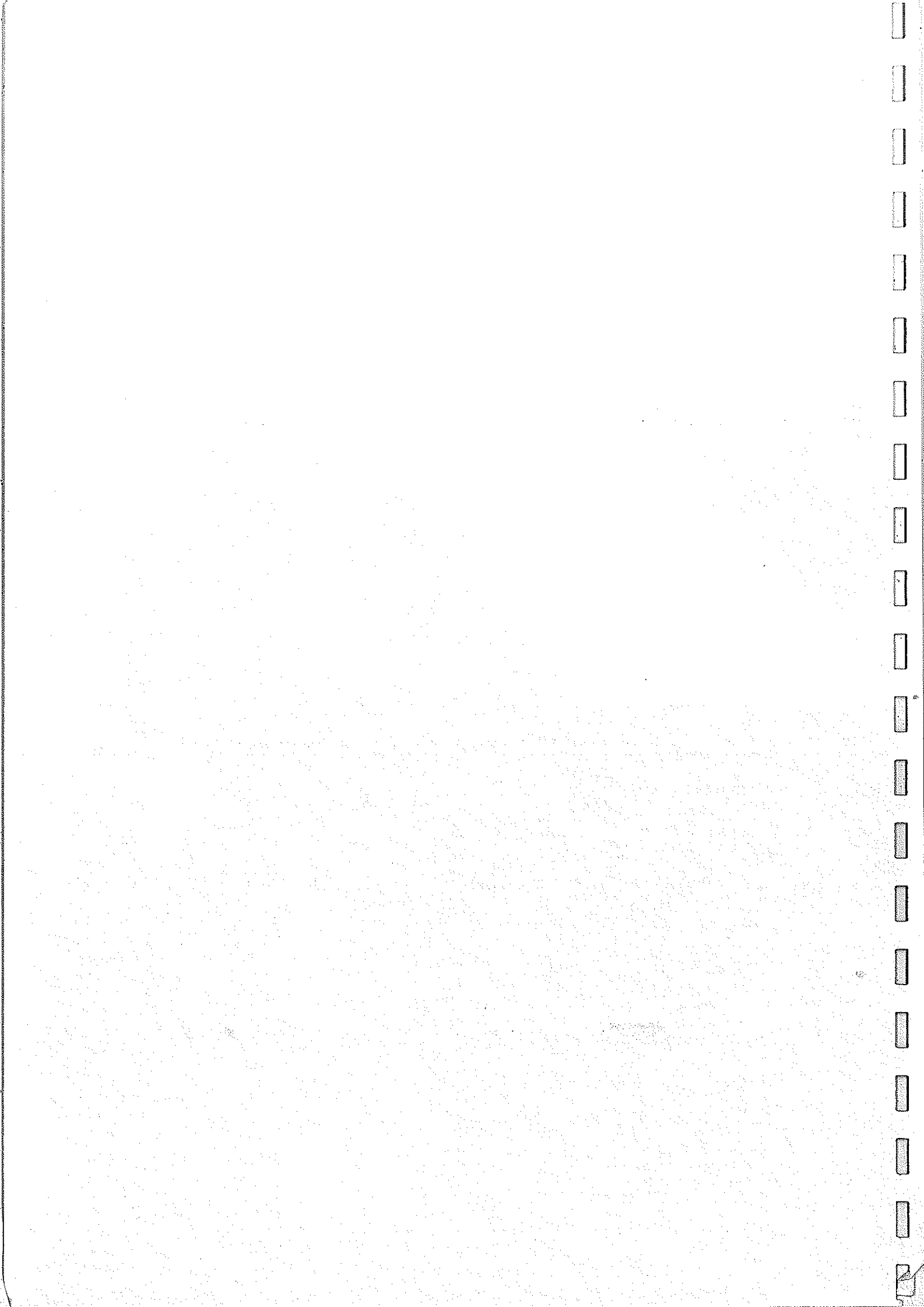
Y a las diferentes Gerencias que integran esta Comisión, haciendo especial mención al personal técnico y administrativo de la Subgerencia de Proyectos, quienes llevaron a cabo la labor de coordinación para la impresión de este libro.

Con la esperanza de haber contribuido a la difusión de aspectos que a todos los habitantes de esta ciudad nos preocupan y con la firme convicción de haber tomado medidas para desalentar el uso del automóvil particular y fomentar el del transporte colectivo, en este libro se sintetiza el esfuerzo desarrollado por autoridades y personal técnico y administrativo; tenemos la certeza de haber cumplido con la tarea que se nos encomendó.

Antecedentes

LA HISTORIA DEL TRANSPORTE
EN LA CIUDAD DE MÉXICO

1.2 PRIMERA ETAPA DEL METRO





LA HISTORIA DEL TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE MEXICO

La Ciudad de México en sus dos parcialidades; Tenochtitlan y Tlatelolco, se asentaba en una isla de casi 11 Km² de extensión con cerca de 90,000 habitantes. Rodeaba a esta isla una laguna de poca profundidad y en gran parte de aguas salobres.

En sus principios, la isla estaba comunicada con la Tierra Firme sólo por la vía acuática, pero después de la Segunda Mitad del siglo XV, se empezaron a construir calzadas-dique, que comunicaban a la isla y servían para controlar tanto el nivel como la salinidad de los lagos.

Paralelas a las calzadas, habían construído canales profundos de navegación, que permitían el tránsito de canoas, aún en los meses de sequía.

Los cronistas de la conquista, hacen mención al hecho de que en la Ciudad de México había numerosas calles de agua; de tierra y agua y sólo de tierra; lo cual nos muestra una ciudad muy bien organizada y comunicada. Hay que decir que para el tiempo de la llegada de los conquistadores, en la Ciudad de México casi no se producían víveres y se tenían que traer de zonas, en algunos casos muy lejanas.

El mercado de Tlatelolco era el Centro Comercial del Imperio y el punto de distribución de víveres y mercaderías y como tal, debía contar con vías de comunicación y áreas de almacenamiento adecuados a su función. Para ello, los "ingenieros" indígenas crearon una serie de calzadas de comunicación con la tierra firme y regiones lejanas.

De tal red vial tenemos el testimonio de Hernán Cortés y Bernal Díaz del Castillo. Primeramente describen la Calzada de Iztapalapa, que fue la primera que conocieron cuando en los primeros días del mes de noviembre de 1519, caminaron desde la región de Chalco, para pasar primero a Iztapalapa y posteriormente llegar hasta el centro mismo de la Ciudad de México - Tenochtitlán.

La Calzada de Iztapalapa salía de la puerta Sur del recinto del Templo Mayor, a la altura de la puerta Norte del actual Palacio Nacional, y seguía rumbo al Sur, por el actual trazo de las calles de Pino Suárez. En la acera Oriente se encontraba el Palacio de Moctezuma (en lo que es actualmente el Palacio Nacional) sitio que después ocupó el Palacio Virreinal. Al frente quedaba, igual que hoy en día, una plaza abierta que servía para las danzas. Ese espacio abierto que se denomina "El zócalo", lo es a causa del basamento para poner la estatua ecuestre de Carlos IV. En ese espacio abierto estaban la picota y un mercado llamado "El Parian".

Cruzando "la Acequia Real" se encontraba un solar vacío, que en la época prehispánica servía para colocar el "Palo Volador" y que ocasionalmente en la Colonia se convertía en "Plaza de Toros".

Más al Sur, la Calzada de Iztapalapa tenía casas sólo en su acera Oriente, ya que al Poniente había un lago, que en la Colonia fue conocido por la "Ciénega" de San Antonio Abad.

La Ciudad Prehispánica daba comienzo en la actual Calzada del Chabacano, en donde posiblemente se encontraba el fuerte de Xoloc, que servía para controlar el paso de entrada al recinto de la ciudad. De ahí, hasta la esquina con la Calzada Popocatepetl, la calzada corría recta y era como lo menciona Bernal Díaz "Ancha de 8 pasos, en donde podían ir cómodamente 4 jinetes". Cerca de la calzada había algunas poblaciones, como la que posteriormente se conoció como "Los Postales", que sirvió en la Colonia como "Venta".

Antecedentes

En la "Ermita" se bifurcaba el camino y una rama se dirigía hacia Coyoacan, pasando por el Santuario de Huizilopchco (hoy Convento de Churubusco) y la otra se dirigía a Iztapalapa, pasando por Mexicalzingo (El pequeño México).

De Iztapalapa, la Calzada se dirigía al Lago de Chalco, pasando por Cuitláhuac (Tláhuac) para llegar a tierra firme y pasar por Chalco. De ese punto, la ruta seguía para Omequemecan (Amecameca) para llegar a la tierra caliente en Cuautla y continuar a Izocar, (Izucar de Matamoros) Huajuapán, Oaxaca (Oaxaca), Tecuantepec y Xoconochco. Una importante ruta comercial por la que llegaban los productos de tierra caliente como el cacao, el algodón, el oro, etc.

Otra Calzada históricamente muy importante lo fue la de Tlacopan (Tacuba), que salía de la puerta Poniente del Recinto del Templo Mayor de México-Tenochtitlán y llegaba a la Ribera del lago, a la altura de Popotla.

Más al Poniente, la isla terminaba a la altura de las Calles de Emparan.

El último corte de la Calzada estaba a la altura de la actual Avenida de los Insurgentes. Pegada a la Calzada había algunas isletas, que posteriormente fueron transformadas en villas de descanso y una población con una iglesia (San Cosme y San Damián) que posteriormente se ha conocido por "La Ribera de San Cosme". Como ya se ha mencionado, la Calzada tenía un ramal, hasta los manantiales de Chapultepec.

Al llegar a la población de Tlacopan, ya en tierra firme, la calzada se dividía en una vía periférica que comunicaba a las poblaciones ribereñas como Tacubaya, Azcapotzalco, Tepeyac, etc., con la montaña, rumbo al Valle de Toluca.

Por otro lado, se comunicaba con la región de Jilotepec, que fue y sería la vía de comunicación con el Norte del país.

Se debe tomar nota de que los cronistas de la conquista sólo mencionan específicamente las calzadas de Iztapalapa, que fue por donde llegaron por primera vez a la Ciudad de México; la de Tlacopan, que fue por donde salieron huyendo, y la de Tepeyacac que comunicaba la isla con el Santuario de la Tonantzin (hoy Basílica de Guadalupe). La Calzada Tepeyacac salía de la puerta Norte del Recinto del Templo Mayor de México-Tenochtitlán y siguiendo el trazo de la actual calle de República de Argentina llegaba al Reino de México, Tlatelolco. Salía a la laguna en la hoy Glorieta de Peralvillo.

Paralela a esta Calzada, había otra, tal vez más importante, que seguía el trazo de las de República de Brasil y Avenida Peralvillo y tenía una comunicación con el Gran Mercado de Tlatelolco y el Templo Mayor de dicha Ciudad de México-Tlatelolco por una calle, hoy ya desaparecida, que en la Colonia recibió el nombre de calle Real de Santiago.

Junto al arranque de esta Calle Real de Santiago, está la Parroquia de Sta. Ana, lugar que pudo ser asiento de la Casa de Cuauhtémoc en Tlatelolco.

De la Glorieta de Peralvillo, partía hacia el Norte la mencionada Calzada de Tepeyacac, que en la Colonia recibió el nombre de Calzada de los Misterios, debido a los monumentos laterales que servían de guía a los peregrinos que se dirigían a la Basílica de Guadalupe.

Ya en tierra firme, esta calzada se comunicaba con otras que iban rumbo a Tenayuca, Tlanepantla, Azcapotzalco y una vía larga rumbo al Oriente, a la región de Puebla y Tlaxcala que a su vez seguía hasta la costa del golfo.

Con el tiempo, esta calzada de Tepeyac, se convirtió en la ruta del Ferrocarril Mexicano en su tramo desde Tlatelolco hasta "La Villa". En la actualidad, ha recuperado su dignidad y es importante eje vial

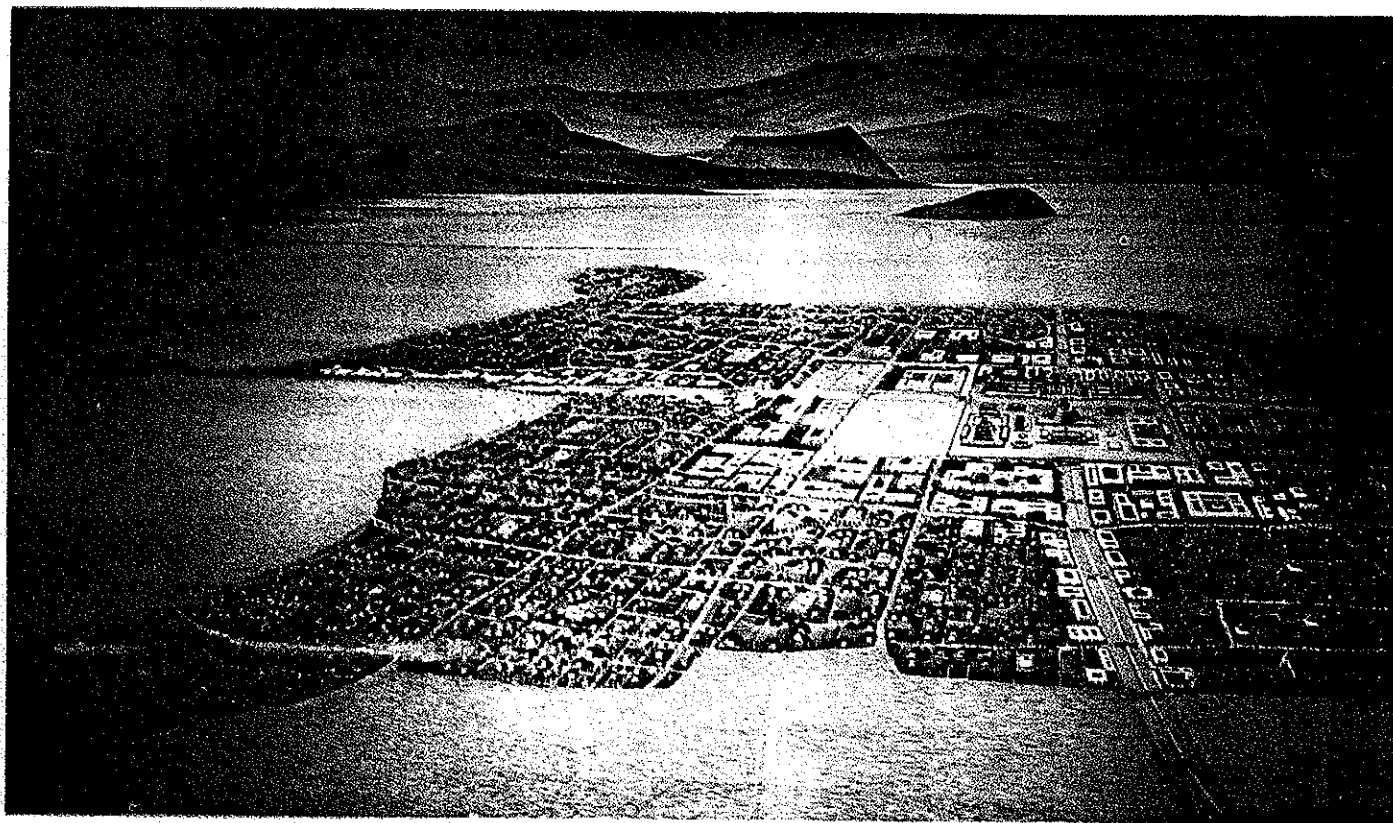
De las calzadas no mencionadas directamente por los Conquistadores, está la importantísima de Nonoalco que saliendo del mercado y templo mayor de Tlatelolco, se dirigía a Tlacopan (Tacuba) por la calzada hoy conocida por Flores Magón. La calzada salía de la isla, propiamente, a la altura de la isleta de Nonoalco, en donde actualmente está el llamado "Puente de Insurgentes" y la Iglesia de San Miguel Nonoalco, y se dirigía al Poniente, dividiendo en dos un lago salobre de poca profundidad. Esta calzada tenía un ramal o desviación rumbo a Atzacapotzalco en lo que hoy conocemos como Calzada de Camarones.

La última de las grandes calzadas que comunicaban la isla con la tierra firme y su Area Metropolitana, era la de Tenayucan, que hoy en día conocemos por Calzada de Vallejo. Esta calzada era muy importante en lo económico, ya que comunicaba el gran mercado de Tlatelolco con una gran serie de isletas salineras y con la región de Tlanepantla, Tula y Xilotepec.

La Isla de México estaba muy bien comunicada por medio de sus 5 calzadas principales, amén de un gran número de canales de navegación que tenían sus terminales en una red urbana interior, ya que como se ha mencionado, la Ciudad tenía calles terrestres, calles de una parte de tierra y la otra de agua y otras calles, generalmente las interiores eran solamente de agua. Todas estas vías de comunicación tenían un trazo ortogonal bien definido.

Estos pequeños canales o "apantles" servían como línea divisoria entre predios y como una especie de circulación interna de tipo doméstico.

Desde un punto de vista técnico, las vías terrestres de comunicación de la isla con su área metropolitana externa fueron muy bien planeados, a grado tal, que siguen funcionando y hoy en día son utilizados por los ejes viales y las líneas del Metro.



Una vez concluida la lucha armada que destruyera casi completamente la ciudad capital del Imperio Mexica; la tarde del 13 de agosto de 1521 se inicia el abandono de la metrópoli. Sus habitantes, sus defensores y sus atacantes se dirigen todos a las poblaciones de la ribera del lago y la ciudad queda, después de casi 80 días de lucha, al fin, en silencio y calma.

Pasaron meses antes de que los antiguos pobladores y los conquistadores españoles regresaran a ocuparla, pero ya bajo nuevos signos.

El Alarife Alonso García Bravo, por instrucciones de Cortés, toma la porción central de la ciudad, que comprende el Recinto del Templo Mayor, los Palacios Imperiales, los Jardines, las Casas de Fieras y Enanos, las Plazas de Danzas y el Volador, así como numerosos palacios de la nobleza, los Almacenes Imperiales, etc. Con ello hace un nuevo centro urbano de corte ya europeo en donde localiza la Plaza Mayor, la Iglesia Catedral, Casas del Gobierno, el Cabildo, etc., y el resto lo reparte en solares, de acuerdo a la mayor o menor cuantía de la aportación a la empresa de la conquista que tuvieron los diferentes soldados y capitanes españoles.

Esta área, llegaba por el Poniente a la Avenida Lázaro Cárdenas, al Sur a las calles de Izazaga, al Poniente a las de la calle de Jesús María y al Norte, a las calles de Perú.

Como era de esperarse, Cortés se quedó con los mejores solares, que comprenden los Palacios de Moctezuma, Ayacatl, etc. y reparte el resto entre sus capitanes y soldados.

Por desgracia, las amplias avenidas que comunicaban el Recinto del Templo Mayor de México - Tenochtitlan con las Calzadas de Iztapalapa, Tlacopan, Tepeyac y los embarcaderos a Texcoco, se ven reducidos a calles de corte europeo de algo menos de la mitad de ancho, como se puede constatar en las recientes exploraciones del Recinto del Templo Mayor de México-Tenochtitlán. Este cambio perjudica enormemente la concepción urbanística de la capital de la Nueva España hasta tiempos recientes, en que se han reampliado algunas de las calzadas, recuperando su amplitud e importancia.

Con la introducción de los animales de silla, carga y tiro, las antiguas vialidades indígenas de la ciudad se vieron asimismo afectadas, ya que muchas calles de agua fueron cegadas y convertidas en calles de tierra.

Se construyeron nuevos puentes de arco de mampostería para substituir a los de madera y se construyeron acueductos de arcos, para substituir y aumentar los antiguos caños indígenas.

Con la construcción de nuevos edificios, casas-habitación, palacios, iglesias, conventos, mesones, almacenes, etc., la Ciudad de México se va transformando lentamente a través de los 300 años de vida colonial, pero su área urbana ya disminuida después de la guerra de conquista de 1520-1521, no se recupera sino hasta pasada la mitad del siglo XIX.

Si comparamos el plano de García Conde de 1797 que marca el fin de la Colonia, vemos que en relación al área que hemos determinado para la Ciudad de México al fin del Período indígena, es menor; es decir, zonas antiguamente pobladas, se encuentran al final de la Colonia, convertidas en solares baldíos, o que son ocupados por cierto tipo de edificios como la llamada "Ciudadela".

Se puede pensar que no obstante la realización de ciertas mejoras en la calidad y cantidad de los edificios civiles y religiosos, sólo se hizo una obra urbanística notable: El Paseo de Bucareli.

La descripción de la ciudad y su tipo de vida al fin de la Colonia pueden consultarse en dos grandes obras; una hecha por el Mariscal Diego García Conde fundador, ya en el México independiente, del Armado de Ingenieros en el naciente Colegio Militar, y la otra, por la obra del insigne viajero germano, el Barón Alejandro de Humbolt.

Durante la Colonia, el sistema de transporte evolucionó de los caballos, mulas y burros de silla y carga a un sistema de arriería con cientos de animales y con la introducción de las carretas, hechas según se cree, por el beato Sebastián de Aparicio, enterrado en la Ciudad de Puebla y considerado por transportistas, camioneros y taxistas, como su Santo Patrón.

Aparecieron por las calles de la ciudad, carretas, carretones, carretelas, carros, carrozas, así como diligencias y palanquines. Cada una de estas innovaciones traía consigo modificaciones en la red vial o sus instalaciones anexas, ya que fue necesario establecer lugares para alojar a las caravanas de arrieros, para guardar a los lujosos carruajes de la nobleza Novohispana y los troncos de caballos que las movían. Así se tienen noticias de que en el año 1625 existían más de 15,000 vehículos tirados por caballos.

A finales del siglo XVII se incrementó el uso de las diligencias para el transporte foráneo de pasajeros y carga, por lo que aumentó el movimiento de vehículos en la ciudad. Las primeras calles y banquetas empedradas aparecieron en 1769, y hacia el año de 1792, la población de la ciudad llegó a 130,000 habitantes.

A mediados del siglo XVIII se estableció el servicio de transporte colectivo con los carruajes largos con asientos laterales y acceso posterior tirado por caballos cuya ruta inicial fue de San Ángel a Tacubaya.

Con la llegada a México de la Revolución Industrial y sus grandes adelantos mecánicos y científicos, la ciudad empieza realmente a cambiar, ya que en áreas desocupadas o baldías, se instalan la Maestranza de Talleres de Nonoalco y las estaciones de Colonia y Buenavista.

Al principio hay una red urbana de ferrocarril, cuyos vagones eran tirados por mulas. Posteriormente fueron electrificados y son realmente los pioneros de la moderna red del transporte colectivo.

Con el advenimiento de la electricidad, la ciudad se cubrió de una complicada y fea red de postes y alambres eléctricos, que aún no ha sido posible ocultar o hacer bella.

A cada adelanto tecnológico, la ciudad respondía adaptándose a las nuevas circunstancias dentro de las limitaciones de espacio que le imponía el tamaño de su área urbana y ancho de sus calles.

Para satisfacer necesidades suntuarias y políticas, se había creado un amplio "Boulevard", que comunicaba el Castillo de Chapultepec con la Ciudad de México, que en su tiempo recibió el nombre de Paseo de la Emperatriz y actualmente el de Paseo de la Reforma. Pero fuera de esta obra suntuaria, la Ciudad se conservaba dentro de sus límites coloniales.

Los Ferrocarriles Nacionales de México se iniciaron el 1.º de enero de 1873 con 420 Km. de longitud, entre México y Veracruz. En 1881, el Ferrocarril Interoceánico entre Veracruz, México y Balsas, Gro. y en 1884 el de Ciudad Juárez. Fue así como surgió el centro ferroviario en Buenavista. En esa fecha la población era de 200,000 habitantes. Las primeras calles adoquinadas se hacen en 1891.

Las nuevas vías férreas de los Ferrocarriles Central, Nacional y Mexicano que comunicaban la Ciudad Capital con las costas y el norte del país, hicieron necesario el establecimiento de nuevas instalaciones de almacenaje y distribución de productos perecederos como el pulque y la leche, que sólo con el ferrocarril pudieron tener acceso económico a la Capital.

La mayor parte de las antiguas calzadas prehispánicas se siguieron utilizando en la Colonia y la primera etapa del México independiente; pero fueron insuficientes a finales del siglo XIX.

Con motivo de varias obras de remodelación urbana y especialmente las relacionadas con las fiestas del centenario de la Independencia, varias calles fueron ampliadas y aparecieron edificios como el de Correos, Telégrafos, Teatro Nacional, etc. Surgieron "colonias de todo tipo", desde las aristócratas llamadas Juárez, San Rafael, Sta. María la Ribera, etc., hasta las algo modestas de Sta. María la Redonda, o las que surgieron cerca del moderno penal de la Plaza Lecumberri (hoy archivo general de la Nación).

Con el surgimiento en la Villa de Tacubaya de casas de descanso de la Alta Aristocracia Capitalina, de complejos fabriles y del Cementerio Civil de Dolores, se estableció una red de tranvías eléctricos que llegaba hasta la población de Tizapán, en la actual Delegación de Villa Alvaro Obregón. Esta red electrificada substituía el antiguo Ferrocarril del Valle, que llegaba hasta un poco adelante de la población de Mixcoac, por donde pasa la línea 7 del Metro.

Por el otro lado de la ciudad, la vieja calzada de Iztapalapa (hoy de Tlalpan), era servida por una línea de tranvías que llegaba a Coyoacán, Xochimilco y Tlalpan.

Por la vieja calzada de Tlacopan corrían tranvías eléctricos, que pasaban por el conocido Puente de Alvarado, la Ribera de San Cosme (ignorando a San Damián), la Casa de los Mascarones, las Colonias Sta. María y San Rafael, para llegar a la antigua escuela de Agricultura y el Colegio Militar. Al llegar a Popotla y Tacuba, corría por calles angostas y de ahí se dirigía hacia el antiguo Atzacapotzalco, con su moderna refinería de petróleo, o a los modernos Panteones Español, Alemán, etc.

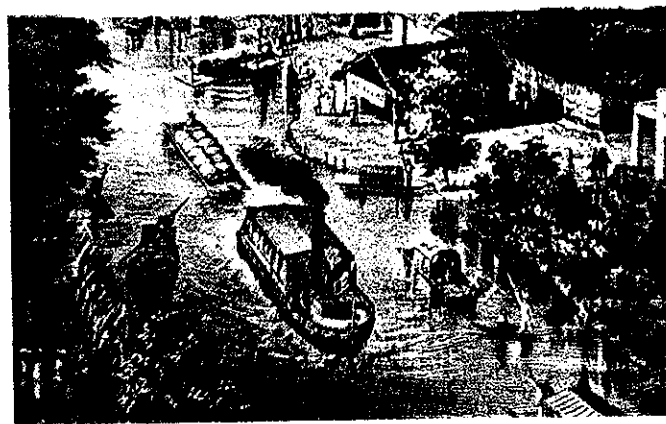
La Calzada de Tepeyac o de los Misterios, fue utilizada para instalar las vías del ferrocarril mexicano. Por ello, fue necesario instalar paralelamente una vía electrificada que unía la Basílica de Guadalupe con el Centro de la Ciudad, siguiendo a partir de la Garita de Peralvillo, la ruta de las dos calzadas prehispánicas que corrían por las calles de Peralvillo, Rep. de Brasil, Jesús Carranza, Rep. de Argentina, etc.

Especial mención merece el primer ferrocarril establecido en la ciudad de México, que corría hasta la Villa de Guadalupe.

La Calzada de Nonohualco (Nonoalco) quedó relegada, lo mismo que la de Tenayucan (Vallejo) a un segundo o tercer término y utilizadas sólo para transporte menor o zonal. Por ello no fueron utilizadas para instalar tranvías eléctricos.

En el caso de la Calzada de Nonoalco, se siguió utilizando como tal, pero paralelamente se instaló una vía de ferrocarril que salía de Buenavista y llegaba a Tacuba, para después proseguir rumbo a Cuernavaca, Toluca, y al Centro y Norte del País.

Hay que hacer mención que aún, cuando poco conspícuos, los transportes acuáticos fueron muy importantes, no tan sólo en la época prehispánica y la colonial, sino que también en el siglo XIX y principios del XX. Los canales como el de la Viga eran vitales para el abasto de víveres para la ciudad. Hay la constancia de una línea de vapores que hacían servicio entre la Ciudad de México y el Lago de Chalco.



Especial énfasis merecen también las líneas férreas que salían de la parte Norte de la ciudad, como el Ferrocarril Central de Hidalgo y los ferrocarriles que partían de la Estación de San Lázaro, situada en donde estuvieran los antiguos embarcaderos a Texcoco y las Atarazanes de Cortés.

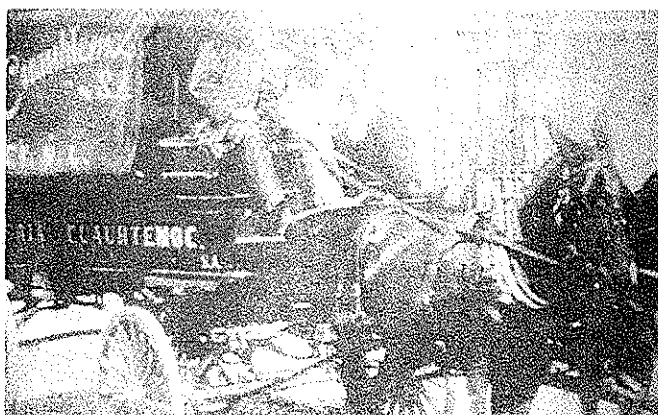
Hay que mencionar también el autovía que comunicaba la Ciudad de México, con las poblaciones industriales de San Rafael, Edo. de México (en las faldas de la Iztaccihuatl) Amecameca y Atlixco, Puebla.

En 1895 se realizó el primer censo de población en el que se registró una cifra de 427,000 habitantes en el Distrito Federal en una superficie de 1,200 Km². La era automotriz se inició tres años después con la llegada del primer automóvil a la ciudad de México.

El establecimiento del sistema de transportes eléctricos en 1900, significó un importante paso en el transporte masivo de pasajeros, al que se debe en mucho la vialidad de nuestra urbe en nuestros días. En ese año se establecieron los límites del Distrito Federal, que perduran hasta la fecha, con una superficie total de 1,483 Km².

De 1910 a 1920, el número de habitantes en la capital se mantuvo prácticamente constante debido a la etapa revolucionaria que paralizó nuevamente el desarrollo económico nacional y, por lo mismo, el de la Ciudad de México.

Las primeras líneas de "camiones" fueron puestas en servicio alrededor de 1915 y 1917.



El desarrollo propiciado a partir de 1917 con la proclamación de la nueva Constitución, marcó un período de recuperación en el país y el desarrollo nacional en todos los órdenes. Este desarrollo se significó especialmente en nuestra capital con el uso del automóvil, ya que en 1925 había en ella 21,200.

La mayor velocidad, capacidad y flexibilidad del automóvil hizo crecer el territorio de la ciudad.

Cuando en 1930 la población superó el millón de habitantes, su crecimiento se realizó en proporción geométrica, incrementándose de igual forma a los problemas urbanos.

Las antiguas avenidas, construídas en la época Prehispánica, Colonial e Independiente: Av. Chapultepec, Bucareli, Paseo de la Reforma, 5 de Mayo, etc., y las nuevas arterias de circulación, Alvaro Obregón, Insurgentes, Revolución, 20 de Noviembre, Melchor Ocampo, Cuauhtémoc y Baja California, entre otras, casi siempre ubicadas sobre anteriores derechos de vía de las líneas de tranvías o sobre ríos entubados, se complementaron entre sí, para recibir el aumento constante del número de vehículos.

La población creció de 1930 a 1940, según el censo de esta última fecha, a 1,760,000 habitantes, y la mancha urbana a 92 Km². La demanda de agua potable se solucionó por medio de pozos artesianos, siendo éste el inicio de la explotación intensiva de los acuíferos profundos, acelerando la consolidación de las arcillas del subsuelo, provocando hundimientos que serían de alarmantes consecuencias posteriores.

La reforma agraria y la nacionalización del petróleo fueron dos sucesos de gran importancia nacional en el aspecto político y social que acontecieron en esa década.

El gran impulso a las obras públicas como son: escuelas, edificios públicos, habitación popular, hospitales y la creación del Seguro Social se dieron también en esta época.

En 1946 aparecieron las primeras industrias al norte de la ciudad, en: la Industrial Vallejo en el Distrito Federal y en Ecatepec, Tlalnepantla y Naucalpan en el Edo. de México, provocando el crecimiento de la red vial para conectar la ciudad con estos lugares, dando lugar a las primeras manifestaciones de "conurbación."

La Ciudad Universitaria, generaría también un importante crecimiento hacia el sur, surgiendo nuevas avenidas: División del Norte, Tasqueña, Av. Universidad, Río Mixcoac, Cuitlahuac, etc. Asimismo se iniciarían los estudios para el Viaducto Miguel Alemán, la primera vía rápida.

También por el año 1948 la extracción de agua del subsuelo, alcanzó los volúmenes máximos, dando como consecuencia que los hundimientos llegaran a 40 cm. por año, ocho veces más que a principios de siglo.

El crecimiento demográfico adquirió considerables proporciones, alcanzando una tasa de incremento, superior al 5^o/o entre los años 1950 a 1964, convirtiéndose así en el período más importante después de la revolución.

La población llegó en 1950 a 3,100,000 habitantes, y en 1964 superó los 6,000,000, duplicándose en 14 años, al mismo tiempo que el área urbana aumentó de 200 km² a 320 km² en el mismo período, y el número de vehículos automotores de 130,000 a 450,000, ó sea 3.5 veces. Esto creó grandes problemas de tránsito, reflejados en serios congestionamientos.

Para solucionar los embotellamientos, las autoridades del D.D.F., construyeron tres vías rápidas de circulación continua: Viaducto Miguel Alemán, el Anillo Periférico y la Calzada de Tlalpan, destinados principalmente al tránsito de automóviles, por lo que el transporte masivo no tuvo ningún adelanto; únicamente el derecho de vía para la circulación de tranvías significó algo en favor del transporte colectivo.

Con la idea de evitar el crecimiento desmesurado en la ciudad, las autoridades prohibieron toda clase de nuevas urbanizaciones, lo que tuvo como resultado la creación de zonas clandestinas de habitación, aparición de fraccionamientos en los límites con el Estado de México, como el llamado Ciudad Satélite; pero usando las instalaciones municipales de la ciudad. Esto agravó los problemas de tránsito por falta de vías de acceso adecuadas a estas zonas, que tuvieron que recibir el gran volumen de vehículos que estos nuevos asentamientos humanos sin planeación alguna originaron.

Como resultado del crecimiento anárquico, en 1965 nos encontramos con que el uso irracional del suelo, la desordenada distribución de los centros habitacionales, comerciales e industriales y de otras actividades, obligaba a los habitantes de la capital a realizar grandes recorridos en todas direcciones, en una superficie de 372 km² limitada por el proyecto del Anillo Periférico y con longitudes máximas de 25 km de norte a sur y de 20 km de oriente a poniente.

La población, que en ese año ascendía a 6,330,000 habitantes y más de un millón de las zonas periféricas, demostró que la tasa de crecimiento demográfico ya superaba al 5^o/o anual.

Se pronosticó en base a esas estadísticas, que la población para 1970 llegaría a los 7 millones en la ciudad y 2 más en las zonas perimetrales: Ciudad Satélite, Colonias al Norte y Noroeste, Ciudad Netzahualcoyotl al Oriente y Colonias en el Vaso de Texcoco.

Según registro de la Dirección de Tránsito, había en 1965, 309,710 vehículos, el 80^o/o de los cuales circulaban diariamente por la ciudad; 247,809 vehículos transportaban a 8,383,120 pasajeros por día, además de los transportes de carga, camionetas, remolques, bicicletas y motocicletas, cuyo número ascendía a 450,000.

El 76^o/o de la población se transportaba en medios masivos y el 24^o/o en taxis y vehículos particulares.

Por la zona céntrica de la ciudad, circulaban 4,000 unidades de transporte urbano correspondientes a 65 de las 91 líneas de autobuses y transportes eléctricos, además de 150,000 automóviles que acudían al centro y se estacionaban en las calles; sumándose a todo lo anterior el hecho de que el 40^o/o del total de viajes diarios en la ciudad se realizaban en esta área, originando que la velocidad de autobuses y tranvías en algunas horas, fuera menor a la de los peatones. Se calculó que cuatro millones de horas-hombre se usaban en exceso por día en el transporte; se detectó también en las entradas a la ciudad el número de autobuses de pasajeros suburbanos y foráneos de todas clases que entraban y salían, así como las horas de mayor afluencia.

14,352 autobuses suburbanos y foráneos transportaban a 539,060 pasajeros, entrando por el noroeste a través de la carretera de Querétaro, por el norte de Pachuca, por el suroeste desde Toluca, por el sur desde Cuernavaca, y por el oriente desde Puebla. La hora de mayor movimiento era de las 18 a las 19 hrs. Los cálculos indicaron que para mover 39,550 pasajeros circulaban 967 autobuses, de entrada y salida.

La mayor parte de las terminales de estos autobuses se encontraban en el primer cuadro ó en el perímetro, y principalmente en la zona de la "Merced"; además de que muchas de ellas se localizaban en las calles, y realizaban servicio urbano; haciendo paradas continuas, reduciendo aún más la velocidad de operación.

La red vial de la Ciudad de México en 1965, estaba formada por una cantidad considerable de avenidas importantes, tres arterias de tránsito rápido: el Vialto, el Periférico y la Calzada de Tlalpan, así como numerosos pasos a desnivel para la solución local de problemas viales, aunque muchas de estas avenidas carecían y carecen aún de continuidad en uno de sus extremos, principalmente las que llegaban al centro de la ciudad.

Las soluciones adaptadas a la Ciudad de México, semejantes a las de otras grandes urbes principalmente encausadas al tránsito de automóviles, demostraron:

- a) Que las vías rápidas no son útiles para resolver el problema del transporte masivo.
- b) Que el aumento de transportes sin planeación, sólo agrava los problemas de tránsito, las pérdidas de tiempo, el desgaste excesivo de los vehículos, aumentando también los problemas de contaminación.

Por todo lo descrito anteriormente se deduce que la zona centro de la Ciudad de México, había sido tradicionalmente la más conflictiva en cuanto al problema del tránsito de vehículos se refiere, fundamentalmente por las siguientes consideraciones:

- a) Es el lugar donde se asientan los poderes del gobierno federal.
- b) Ha sido tradicionalmente el centro de las actividades comerciales de la ciudad.
- c) La falta de planeación adecuada en los sistemas de transportación provocaba que el 75 % de los autobuses y otros transportes colectivos transitaran por el primer cuadro de la ciudad.

Asimismo, el problema de transportación colectiva en la Ciudad de México se incrementaba cada día por:

- a) El crecimiento desmesurado de la ciudad, provocado por el aumento demográfico de la población.
- b) La demanda excesiva de transporte, debido principalmente por la falta de zonificación y planeación adecuada de la ciudad y zonas vecinas.
- c) Falta de coordinación entre los diferentes medios de transporte, lo que ocasionaba trasbordos y competencias innecesarias.
- d) Equipos obsoletos que proporcionaban un servicio lento, incómodo e ineficiente.
- e) Falta de continuidad en muchas avenidas y calles importantes.
- f) Localización inadecuada de terminales de todo tipo de transportes.

Ante estas consideraciones, resultaba evidente que la solución fundamental para el transporte masivo de pasajeros, no podía estar orientada hacia el núcleo central de la ciudad y sus principales zonas congestionadas, a base de sistemas de superficie.

Por este motivo y dentro de una planeación racional, se vio la conveniencia de construir el Metro para que constituyera la columna vertebral de un sistema de transporte. Esto sucedió a partir del año de 1965, en que se inician los primeros estudios para construir este sistema que es el más seguro, eficiente y confortable, respecto a cualquier otro sistema de transportación colectiva. Sin embargo había que superar varios obstáculos que se agrupan fundamentalmente en tres: el técnico, el económico y el financiero.

El primero, aludía los problemas que representaba el subsuelo de la ciudad, para la construcción de este tipo de estructuras.

El segundo, requería de una tarifa que estaba sobre la capacidad económica del usuario.— Esto se basaba en que las tarifas de otras ciudades, resultaban mayores a las acostumbradas en nuestro medio.

El tercero, como consecuencia de los anteriores, resultaba también negativo, ya que para fijar una tarifa acorde con la capacidad del pago del usuario, se requería de subsidio gubernamental.

La red del sistema de transporte colectivo y los ejes viales de la Ciudad de México, tienen semejanza con la de las antiguas vías de comunicación de la Gran Tenochtitlan, tanto en su traza como en su propósito fundamental; comunicar de forma eficiente a los sitios y espacios para el desarrollo integral de sus habitantes.

Lo anterior no es obra de la casualidad, ya que debido a la probada eficacia del funcionamiento de su infraestructura, para la concepción del nuevo proyecto, se tomaron en consideración aspectos fundamentalmente tradicionales de nuestra Sociedad ancestral en lo que respecta a los desplazamientos tendientes a satisfacer las necesidades de carácter comercial ó ceremonial; ampliando y optimizando naturalmente su funcionalidad de acuerdo a los requerimientos de su desarrollo actual.

Como consecuencia, podemos concluir, que en la planificación de la ciudad, en su aspecto de comunicación vial, se tuvo especial atención, en preservar los movimientos tradicionales de sus pobladores, hecho que además de ser práctico por probado, afianza en sus habitantes hoy como ayer, la esencia del nacionalismo.

PRIMERA ETAPA DEL METRO

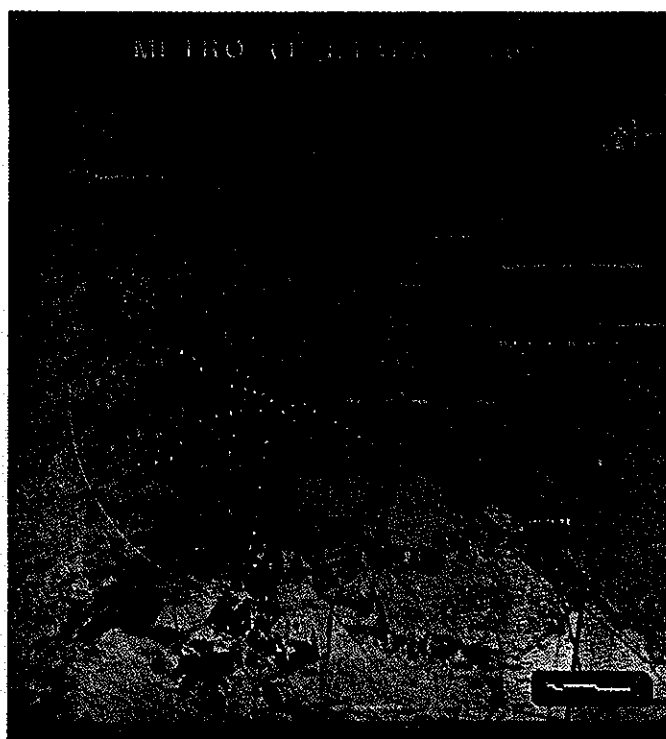
Planeación de las Primeras Líneas del Metro

Antes de la elección de los trazos definitivos de las líneas, se analizaron 30 opciones de trazo y se seleccionó una preliminar que cubriera las necesidades más urgentes del transporte colectivo, y solucionara al mismo tiempo los problemas del congestionamiento del primer cuadro y zona central de la ciudad.

La solución elegida fue transitoria, ya que permitió ensayar la factibilidad técnica, económica y financiera

En el aspecto técnico, se analizaron los hundimientos del Valle de México, sus causas y efectos en las estructuras del Metro, su estabilidad y los principios de la cimentación compensada.— Se estudiaron y seleccionaron los tipos de vía y sus procedimientos constructivos.

En los aspectos económicos y financieros, se estudió la estimación de la captación de pasajeros, costos preliminares, programas para la ejecución de la obra; lo que resultó el 1er. antepresupuesto, que dió como resultado las posibilidades para el financiamiento.



DETERMINACION DE LAS LINEAS DE LA 1a. ETAPA

La experiencia internacional muestra que el transporte es un problema de carácter dinámico que no tiene soluciones integrales inmediatas y que el Plan de una Red de Transporte Colectivo se va desarrollando paulatinamente, apoyado en los resultados y experiencias obtenidas del proyecto, la construcción y la operación de cada línea.

En términos generales, una Red de Transporte Colectivo Metro, se inicia con dos líneas principales, perpendiculares entre sí y se desarrolla mediante la construcción de líneas paralelas, formándose una cuadrícula que cubre progresivamente el área urbana.

Para llegar al trazo definitivo de las líneas, se analizaron dos soluciones: La primera en cruz, con una línea norte-sur y otra oriente-poniente; la segunda en anillo, que cubriría prácticamente todo el primer cuadro. Esta cobertura estaba planteada de modo que los pasajeros no tendrían que recorrer a pie más de 500 metros. De las dos soluciones se concluyó que el trazo que brindaba mayores ventajas, en cuanto a servicio, era en anillo, ya que cubriría la zona central por tres líneas en vez de dos.

Los trazos definitivos de las líneas 1, 2 y 3 quedaron como a continuación se describe:

LINEA 1

Esta línea se inicia en la colonia Real del Monte con la estación OBSERVATORIO, que posee vestíbulos elevados y andenes superficiales.— En ella se realiza un importante cambio de medios por encontrarse muy próxima la Central Camionera de Poniente.

El perfil de la línea se convierte en subterráneo para llegar a la estación TACUBAYA, que hace correspondencia con la del mismo nombre perteneciente a la línea 7. Su profundidad permite contar con dos mezanines.

Por Pedro A. de los Santos continúa el trazo, y así arriba a la estación JUANACATLAN.— Este tramo fue construido a cielo abierto.— En esta estación se ha previsto una futura correspondencia con la línea 11.

El curso prosigue por Av. Chapultepec para llegar a la estación de este nombre que cuenta con un mezanine.

La línea continúa por dicha avenida llegando a la estación SEVILLA.— Esa estación es de paso y tiene un edificio ocupado por oficinas de Gobierno.

Antes de llegar a la estación INSURGENTES , el trazo de la línea cruza el Eje 2 poniente (Flores). Esta estación fue prevista para una correspondencia con la posible línea 16 y posee una caseta exterior de acceso.

El curso de la línea transcurre por Av. Chapultepec para tocar la estación CUAUHTEMOC , que cuenta con un edificio en su parte sur.

Continuando el trazo por la misma avenida, se llega a la estación BALDERAS , que forma correspondencia con la línea 3.

La Línea 1 que nos ocupa, cambia de rumbo por Av. Arcos de Belén para llegar a la estación SALTO DEL AGUA .— Dicha estación es subterránea y de paso, contando con un edificio en su acceso norte y una caseta en el sur.

Cruzando San Juan de Letrán, la Av. Arcos de Belén se convierte en José Ma. Izazaga, por la cual prosigue su recorrido por la línea hasta llegar a la estación ISABEL LA CATOLICA .

El trazo continúa por José Ma. Izazaga, y cruzando la Av. 20 de Noviembre arriba a la estación PINO SUAREZ , que forma correspondencia con la línea 2.

Prosiguiendo por la calle San Pablo, al llegar a su cruce con el Eje 1 Oriente (Av. Corregidora), se encuentra la estación MERCED , que es de paso y subterránea como las demás.

La línea sufre un cambio de rumbo hacia el norte, y a la altura del callejón San Cipriano, avanza afectando propiedades particulares; llega a la estación CANDELARIA , y posteriormente altera su curso hacia el oriente para transcurrir por la calle Emiliano Zapata. Al tocar la Av. Ing. Eduardo Molina, nuevamente varía su rumbo hacia el sureste para llegar a la estación SAN LAZARO . Esta estación se encuentra ubicada en las inmediaciones de la Central Camionera TAPC, contando con una caseta de acceso al centro.

El trazo sigue por la Av. Ignacio Zaragoza y llega a la estación MOCTEZUMA , que es de paso, subterránea y cuenta con un edificio al sur.

Por la misma avenida se arriba a la estación "BALBUENA", la cual posee escaleras convencionales en el acceso norte, y una caseta en el sur. En ella se previó una futura correspondencia con una futura línea que se denominó 13.

La línea continúa su recorrido por la Av. Ignacio Zaragoza y cruza la Av. Galindo y Villa antes de llegar a la estación AEROPUERTO , que cuenta con cuatro accesos. Esta estación es de paso.

El trazo sigue por la misma Avenida Ignacio Zaragoza hasta la estación GOMEZ FARIAS , dotada con dos casetas de acceso.

La línea toca su fin correspondiente a la primera etapa, tras recorrer un tramo más de la misma avenida y llegar a la estación ZARAGOZA , que es terminal provisional y posee dos casetas en sus accesos norte y sur.

Está prevista la liga entre esta línea y la 5 a través de la prolongación de la primera, llegando a la estación terminal PANTITLAN .

LINEA 2

La Línea 2 se inicia con la estación TACUBA , que hará correspondencia con la futura Línea 7 del mismo nombre.— Esta estación cuenta con un edificio en su acceso norte y es subterránea.

El trazo continúa al oriente por la Calzada México-Tacuba, para llegar a la estación CUITLAHUAC .— Dicha estación es de paso y en sus accesos posee un edificio al sur y una caseta al norte.

La Línea prosigue por la misma Avenida hasta tocar la siguiente estación que es POPOTLA .— Esta tiene un edificio en cada uno de sus dos accesos.

Bajo dicha Avenida México-Tacuba sigue su curso la Línea para arribar a la estación COLEGIO MILITAR .— En ella se ha previsto una posible correspondencia con una línea futura que posiblemente sea la 10.

Continuando por la misma Avenida, la Línea llega a la estación NORMAL .— Esta estación posee una caseta en el acceso norte y un edificio en el sur.

El trazo de la Línea prosigue por la Av. Rivera de San Cosme hasta llegar a la estación SAN COSME .

Con la misma dirección, pero por la Av. Puente de Alvarado sigue su curso la Línea, y después de cruzar la Av. Insurgentes, llega a la estación REVOLUCION , que tiene una previsión para futura correspondencia con la futura Línea 16.— En el acceso sur está dotada de un edificio y en el norte cuenta con una caseta.

Continuando el mismo rumbo, la línea cruza el Eje 1 poniente y en la intersección con la Av. Hidalgo y Paseo de la Reforma, se encuentra ubicada la estación HIDALGO , que hace correspondencia con la del mismo nombre perteneciente a la línea 3.

Por la Av. Hidalgo la línea llega a la estación BELLAS ARTES , próxima al Palacio de las Bellas Artes del cual toma su nombre.

Transcurre la Línea por la calle Tacuba para llegar a la estación de paso ALLENDE .— Esta estación cuenta con la peculiaridad de tener andenes más estrechos que los convencionales debido a la dimensión de la calle. Posee un edificio en su acceso norte y una caseta en el sur.

Por la misma Calle Tacuba, prosigue la línea para cambiar de rumbo a la altura de la calle Monte de Piedad y llegar a la estación ZOCALO .— Esta es una estación de paso con previsión para una futura correspondencia con la posible línea 9.

En dirección sur, el trazo continúa por la Av. Pino Suárez arribando a la estación del mismo nombre.— Entre Zócalo y Pino Suárez se superponen 2 cajones, el inferior para vías y el superior para peatones.— La estación PINO SUAREZ hace correspondencia con la perteneciente a la Línea 1.

A la altura de Fray Servando, la Línea se convierte en superficial para seguir por la Av. San Antonio Abad y llegar a la estación de ese nombre.

La línea continúa al sur por la misma avenida para llegar a la estación CHABACANO , que es de paso y futura correspondencia con la línea 11.— En sus accesos cuenta con casetas y vestíbulos interiores elevados.— Estas características se repetirán en todas las estaciones en lo que resta de la línea hasta llegar a la terminal Tasqueña.

Prosigue el trayecto de esta línea por la misma avenida, y tras pasar el Viaducto Miguel Alemán continúa con igual dirección a lo largo de la Calzada de Tlalpan, para llegar a la estación VIADUCTO .

Sigue el trazo por Tlalpan, se toca la estación "XOLA" y posteriormente VILLA DE CORTES .

Sin abandonar la Calzada de Tlalpan, la línea llega a la estación NATIVITAS, que brinda servicio a las colonias Américas Unidas, Nativitas, Militar Marte y Reforma Iztaccihuatl Sur.

Continuando su recorrido, la Línea toca las estaciones PORTALES, ERMITA y GRAL. ANAYA antes de llegar a la terminal TASQUEÑA que se encuentra en terrenos afectados al oriente de la Calzada de Tlalpan.— Esta estación cuenta con Paraderos para Autobuses, Táxis y Autos particulares.

Al oriente se encuentra la Central Camionera del Sur. En esta estación existen 2 vías y 2 andenes por tratarse de una estación terminal.

LINEA 3

La Línea 3, en su primera etapa, comprende desde la estación TLATELOLCO hasta la estación HOSPITAL GENERAL siguiendo un trayecto norte-sur. La cola de la estación TLATELOLCO está localizada sobre la Calle de Héroes, continuando actualmente la línea hasta la terminal INDIOS VERDES

La estación TLATELOLCO es subterránea como toda la línea y cuenta con una caseta de acceso.— Es de paso y está prevista una futura correspondencia con la posible Línea 15.

La línea continua por la Calle Zarco con dirección sur, y en la intersección de esta calle con la Av. Mosqueta (Eje 1 Nte.), se ubica la estación GUERRERO, que cuenta con un edificio en su acceso oriente y una caseta en el poniente.

Siguiendo su curso, la línea toca la estación HIDALGO, la cual hace correspondencia con la perteneciente a la Línea 2.

El trazo prosigue a lo largo de la Av. Balderas para llegar a la estación JUAREZ.— Esta estación cuenta con dos edificios al oriente y al poniente.

Continuando por Balderas, se encuentra la estación de correspondencia del mismo nombre, la cual tiene acceso a través de dos casetas localizadas al oriente y poniente.— Además existen otros dos accesos sin casetas y una salida adicional.

La línea sigue su curso por Av. Niños Héroes, para arribar a la estación de paso NIÑOS HEROES, dotada con dos escaleras de acceso al oriente y dos más al poniente.

Continuando a lo largo de Av. Niños Héroes, la línea cambia de dirección al tocar el Eje 2-A sur o Doctor Balmis hacia el suroeste, para correr por la calle Doctor Pasteur y llegar a la estación HOSPITAL GENERAL. Dicha estación, de futura correspondencia, funcionó un tiempo como terminal, siendo actualmente de paso.— En su acceso sur cuenta con una caseta y el norte está integrado a la parte posterior de un edificio particular.

Está previsto que la línea continúe hasta la terminal definitiva que sería posiblemente CIUDAD UNIVERSITARIA.

La afluencia de estas tres líneas en su primera etapa, es decir, hasta el año de 1976, era de 1'300,000 usuarios diarios.

TALLERES Y DEPOSITOS

La justificación de una área de mantenimiento, en cualquier tipo de instalaciones o empresas, se encuentra en el hecho de que sirve para asegurar la disponibilidad de los equipos y servicios que utilizan en todas las áreas de la organización para desarrollar sus funciones. El costo del mantenimiento se ha considerado como la mayor parte del costo total de las operaciones de una empresa y su existencia es una faceta de la productividad.

El Metro cuenta para la realización del mantenimiento de sus equipos, con zonas de Talleres de especialidades múltiples que han sido definidas de acuerdo a la cantidad de equipos a atender y la frecuencia programada de los mantenimientos.

El mantenimiento del Material Rodante es el que requiere de mayores facilidades e instalaciones, sin embargo, los equipos fijos requieren asimismo de algunas instalaciones. Originalmente el Metro de México contaba con 3 líneas y 537 carros, para lo cual se diseñó un par de Talleres (Zaragoza y Tasqueña).

Las instalaciones principales que tiene el Taller de Zaragoza son:

- Nave de depósito de trenes en operación, que sirve para guardar los trenes durante la noche o mientras no entren a servicio, con capacidad original de 20 trenes y ampliada a 30.
- Nave de depósito de Talleres con 5 posiciones, para guardar trenes averiados en su paso al Taller, incluye una vía de sopleteado.

- Taller de Mantenimiento, donde se realizan los trabajos de mantenimiento menor a los trenes (cada 6,000 a 8,000 kms. recorridos), que comprende el sistemático, cíclico y limpieza externa, consistente en la verificación, ajuste, limpieza y cambio de piezas de desgaste, así como lubricación en general y verificación de neumáticos. Este taller cuenta con 10 vías, 9 de ellas con fosa y una vía de lavado.
- Taller de Revisión General, donde se llevan a cabo los trabajos del programa de mantenimiento mayor a los trenes (cada 330,000 kms. a los motríces y cada 400,000 kms. a los remolques). Aquí se retiran, verifican y vuelven a montar los motores, interruptores, equipos de control, ejes y en general, todos los equipos eléctricos y mecánicos con que cuentan los carros. Este taller cuenta con batería de gatos, taller de motores eléctricos, taller de instrumentos, pailería, torno, taller eléctrico, motocompresores, pruebas mecánicas, vestiduras, etc.
- Taller de Frenos, donde se efectúa el tratamiento de impregnación de las maderas que servirán de zapatas de freno en los trenes.
- Taller de vía que contiene, principalmente, mecánica y pailería de los equipos de la vía.
- Almacén General, donde se guardan las refacciones y equipos de recambio, así como las herramientas y materiales y substancias de consumo para el mantenimiento.

Existen además una serie de servicios y zonas que complementan los Talleres antes mencionados, entre ellos los peines de vía de entrada a garage y al Taller de Mantenimiento, las vías de Revisión General, que incluyen una plataforma giratoria, una espuela de la vía del ferrocarril y una mesa elevada para la recepción de nuevos trenes, zona de maquinado de durmientes, una plataforma de pruebas para equipo electromecánico y electrónico. Asimismo se tiene una vía de pruebas para trenes y zonas de servicios para el personal (comedor, sanitarios, baños, salas de descanso, etc.)

Esta configuración del Taller de Zaragoza se respeta en gran medida en el Taller de Ticomán, aunque en esta primera etapa no cuenta con Taller de Revisión General. El Taller Tasqueña tampoco cuenta con Taller de Revisión General, ni de frenos ni de vía, ni con espuela de ferrocarril.

PUESTO CENTRAL DE CONTROL

(1)

Considerando que en el edificio denominado Puesto Central de Control (P.C.C.) se concentran las funciones de control, supervisión, distribución de la energía y otras igual de importantes, se certifica la denominación de ser el cerebro del Metro. Este edificio de 6 pisos contiene los más diversos equipos que dan vida al movimiento de los trenes en las cinco líneas existentes a la fecha.

La energía eléctrica utilizada por el Metro (Línea 1, 2 y 3) se recibe de las subestaciones Nonoalco y Jamaica, de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, mismas que forman parte del anillo de 85,000 volts, que rodea el Distrito Federal. Esta energía es recibida por la subestación del Puesto Central de Control, que consta de 4 transformadores de potencia de capacidad nominal de 38.5 Mega Volts Amperes, localizados en el sótano y primer piso. Asimismo, se localiza el equipo de bombeo para la circulación de aceite en los cables de 85,000 volts de llegada, así como la galería de cables de tracción y alumbrado.

En el segundo piso se encuentran 4 subestaciones de alumbrado, con capacidad de 250 kilo volts-amperes cada una, que sirven para alimentar los servicios del edificio y dos salas de interruptores de 15 kilo volts, para protección de los circuitos alimentadores de las subestaciones de alumbrado y fuerza de las líneas 1, 2 y 3.

En el quinto piso se localizan los Tableros de Distribución de la energía (P.D.C.), mediante los cuales se realizan los planes de energización de los diferentes tramos de las líneas, así como se certifica la existencia de tensión en línea y la continuidad de los circuitos.

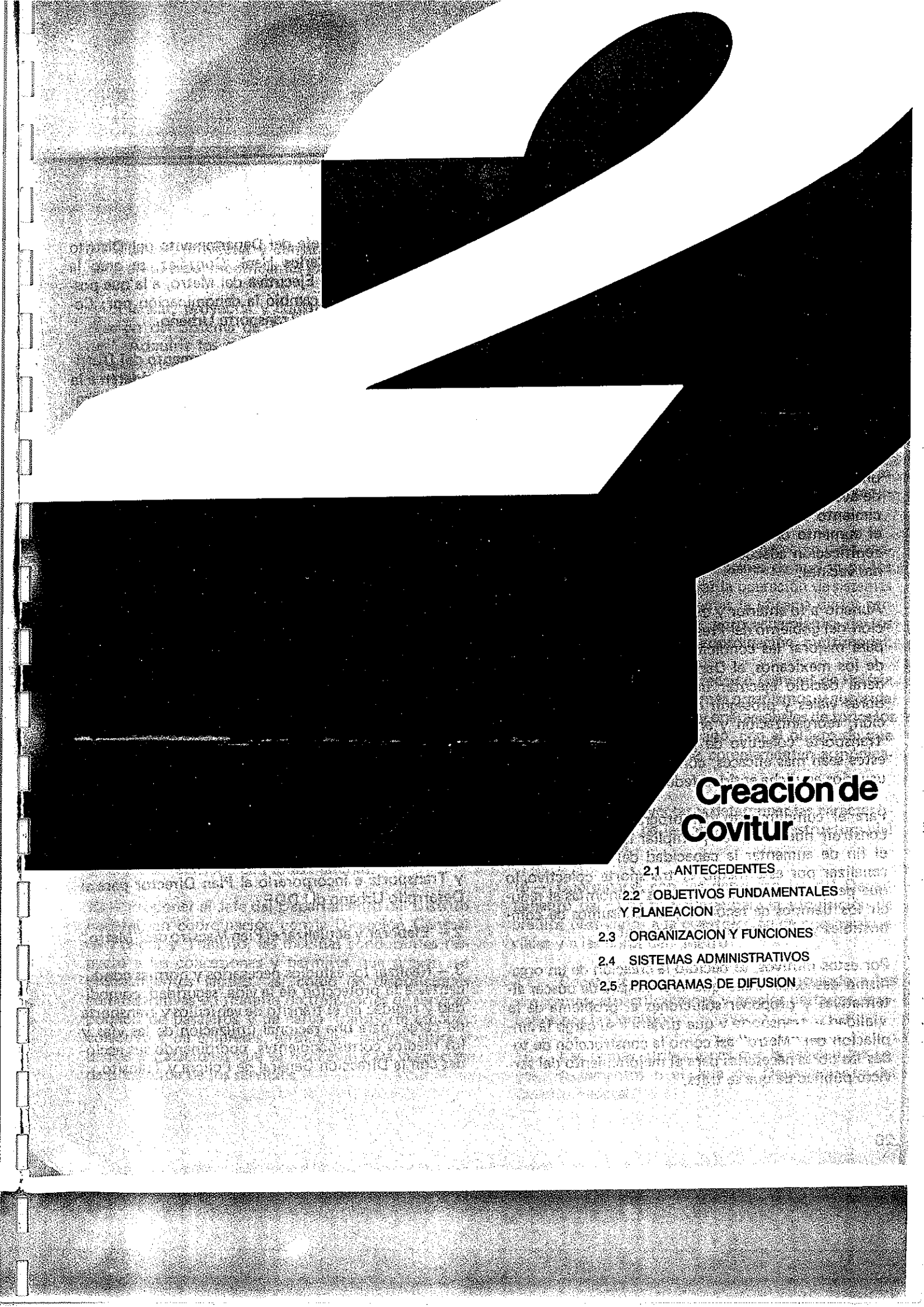
El equipo de control y telemando de señales, denominado Mando Centralizado y los cargadores y bancos de baterías para la alimentación de emergencia de los equipos de este edificio, se encuentran localizados en el cuarto piso. Asimismo, se encuentran las computadoras del equipo de la Regulación Automática, que actualmente cuenta con 2 computadoras para las líneas 1 y 2; con computadoras para la línea 3 y se encuentran en proceso de instalación las 2 computadoras de la línea 4.

En el tercer piso está instalado el grupo motor-generator para alimentar las computadoras, así como un banco de baterías para la alimentación de emergencia de las computadoras de las líneas 1 y 2. En este piso se encuentran las canaletas de distribución del cableado del Mando Centralizado, Telefonía y Alimentación en Baja Tensión, y los equipos del aire acondicionado de las salas de computadoras.

En el sexto piso se encuentra la computadora central de la Regulación Automática, incluyendo sus equipos periféricos el conmutador central telefónico del S.T.C. y la zona destinada a las oficinas y permanencias técnicas.

Por último y como centro neurálgico, los Tableros de Control Optico (TCO) de las líneas. Se encuentran localizados en el quinto piso, siendo desde ahí, donde se ejerce el control y vigilancia de la circulación de los trenes en las líneas y también se supervisa la presencia de tensión en las vías y estado de las señales y aparatos de vía.

Con estas características, el edificio del Puesto Central de Control, albergaba los equipos correspondientes a las líneas 1, 2 y 3. Sin embargo, mediante modificaciones y una reestructuración fue posible ampliar sus capacidades para permitir el control de 6 líneas, 5 de las cuales se hallan instaladas a la fecha. Las modificaciones realizadas se describen en otro tema.



Creación de Covitur

2.1 ANTECEDENTES

2.2 OBJETIVOS FUNDAMENTALES Y PLANEACION

2.3 ORGANIZACION Y FUNCIONES

2.4 SISTEMAS ADMINISTRATIVOS

2.5 PROGRAMAS DE DIFUSION



ANTECEDENTES

La Historia del transporte de la Ciudad de México se ha venido desarrollando desde una vía acuática hasta una red vial formada por una cantidad considerable de avenidas importantes. Todo esto a causa del crecimiento desmesurado de la ciudad, provocado por el aumento demográfico y la falta de planeación y zonificación adecuada del área metropolitana y zonas vecinas.

Aunado a lo anterior y de acuerdo con la determinación del gobierno del Presidente José López Portillo, para mejorar las condiciones sociales y económicas de los mexicanos, el Departamento del Distrito Federal decidió ejecutar un importante programa de obras viales y proseguir con los planes de construcción, reorganización y ampliación de los medios de transporte colectivo de pasajeros, a efecto de que estos sean más eficaces, cómodos y seguros para los usuarios en dicha entidad federativa.

Para el cumplimiento del programa, fue necesario construir nuevas líneas y ampliar las existentes con el fin de aumentar la capacidad del "Metro" y así canalizar por este medio el transporte colectivo, lo que permite obtener importantes economías al reducir los tiempos de recorrido, los consumos de combustibles y la contaminación ambiental.

Por estos motivos, se decidió la creación de un organismo desconcentrado que se encargara de buscar alternativas y proponer soluciones al problema de la vialidad y transporte y que tuviera a su cargo la ampliación del "Metro" así como la construcción de todas las obras necesarias para el mejoramiento del servicio público de que se trata.

Por acuerdo del Jefe del Departamento del Distrito Federal, Profr. Carlos Hank González, se creó la Comisión Técnica Ejecutiva del Metro, a la que posteriormente se le cambió la denominación por: Comisión de Vialidad y Transporte Urbano.

La nueva Ley Orgánica del Departamento del Distrito Federal, y su Reglamento Interior, consideran a la Comisión como un órgano desconcentrado del propio Departamento, asimismo determinan su función y atribuciones.

OBJETIVOS FUNDAMENTALES Y PLANEACION GENERAL

Con objeto de crear una infraestructura apropiada para la operación y funcionamiento del Sistema de Transporte Colectivo "Metro" y coadyuvar en la búsqueda de soluciones al problema de la vialidad del transporte urbano del Área Metropolitana del Distrito Federal, se fijaron Objetivos Básicos que permitieran cumplir de forma acertada los fines propuestos anteriormente. Estos integran, de una manera global, la Planeación General de la Estrategia Funcional a seguir y son los siguientes:

- 1.— Elaborar y actualizar el Plan Rector de Vialidad y Transporte e incorporarlo al Plan Director para el Desarrollo Urbano del DDF.
- 2.— Elaborar y actualizar el Plan Maestro del "Metro"
- 3.— Realizar los estudios necesarios y normas conducentes a la protección de la vida, seguridad, comodidad y rapidez en el tránsito de vehículos y transporte de carga, para una racional utilización de las vías y los medios correspondientes, coordinando sus acciones con la Dirección General de Policía y Tránsito.

Creación de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano

4.— Planear, proyectar y construir nuevas obras viales y, en su caso, modificar las existentes.

5.— Planear, proyectar y construir las obras de ampliación del Sistema de Transporte Colectivo "Metro". Adquirir los equipos necesarios y entregar las instalaciones completas a dicho Sistema.

6.— Coordinar con la Dirección General de Policía y Tránsito y demás autoridades correspondientes, las medidas técnicas y operacionales de todos los medios de transporte urbano, con el objeto de que las líneas del "Metro" se complementen armónicamente con la vialidad, paraderos, estacionamientos, terminales y demás servicios para comunicar, con eficacia, los centros de habitación, de trabajo, de cultura y de recreación.

7.— Auxiliar al Jefe del Departamento del Distrito Federal en la coordinación con las autoridades, comisiones, comités, grupos de trabajo y demás organismos que se ocupen del problema del transporte urbano de pasajeros y de carga.

8.— Contratar cuando así convenga, el asesoramiento o los servicios de personas o empresas nacionales o extranjeras, para cumplir los objetivos de la Comisión.

9.— Coordinar sus estudios, proyectos y obras en materia de vialidad y transporte, tanto con las autoridades federales como con las estatales y con otras dependencias y entidades paraestatales cuya competencia se relacione con estas materias.

10.— Proponer al Jefe del Departamento del Distrito Federal, en coordinación con la Dirección General de Policía y Tránsito, las medidas conducentes respecto a las concesiones y permisos que prevén los ordenamientos legales, así como las disposiciones administrativas en materia de transportes de servicio público de pasajeros y de carga, transporte escolar, colectivo y de empresas, terminales, talleres, sitios y demás instalaciones que se requieran para la adecuada prestación de los servicios.

11.— Proponer al Jefe del Departamento del Distrito Federal, en coordinación con la Dirección General de Policía y Tránsito, cambios de unidades y fijar rutas; frecuencias y horarios del transporte público que circulará para dar servicio a la Ciudad de México; así como determinar las rutas de penetración y de paso de los vehículos del servicio público de transporte de pasajeros, suburbanos, foráneos y de carga.

12.— Presentar, en coordinación con la Dirección General de Policía y Tránsito, propuestas al Jefe del Departamento del Distrito Federal en base a los estudios económicos, sociales y técnicos: Las tarifas correspondientes a la prestación del servicio público de transporte.

13.— Optimizar la operación e integración del transporte urbano; coordinar los planes de acción de los subsistemas; vigilar y apoyar la operación de sistemas complementarios; incrementar la eficacia de los servicios; lograr el máximo aprovechamiento de los recursos y establecer la coordinación multimodal.

14.— Coordinar con la Dirección General de Policía y Tránsito tanto con los demás organismos y autoridades: Los recursos técnicos y operacionales de todos los medios de transporte urbano, con el objeto de que las líneas del "Metro" se complementen armónicamente.

15.— Estudiar, proyectar y determinar las características y ubicación de las obras de infraestructura vial que se requieran.

16.— Coordinarse con las dependencias del Departamento del Distrito Federal para la adquisición de predios destinados a la construcción de nuevas obras viales y a las obras del "Metro".

17.— Construir estacionamientos de acuerdo a los programas, especificaciones y precios unitarios aprobados por la Comisión.

18.— Las demás atribuciones que le señalen las Leyes, Reglamentos o el Jefe del Departamento del Distrito Federal.

ORGANIZACION Y FUNCIONES

La Estructura Organizativa de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano está integrado por:

- 1.— Dirección de Construcción
- 2.— Dirección de Administración y Finanzas
- 3.— Gerencia de Planeación
- 4.— Gerencia de Ingeniería Vial y Transportes
- 5.— Gerencia de Obra Vial
- 6.— Gerencia de Obra Civil del Metro
- 7.— Gerencia de Obra Electromecánica del Metro
- 8.— Gerencia de Obra Inducida
- 9.— Gerencia de Construcción de Estacionamientos
- 10.— Gerencia de Normas y Precios Unitarios
- 11.— Gerencia de Servicios Legales
- 12.— Gerencia de Servicios Internacionales
- 13.— Gerencia de Servicios Administrativos
- 14.— Gerencia de Contabilidad y Finanzas.

COVITUR tiene de conformidad con sus facultades y normas aplicables, las siguientes funciones:

VOCALIA EJECUTIVA.

Dirigir, programar, organizar y controlar las funciones de la Comisión, e informar sobre las mismas a la Junta Directiva y al Jefe del Departamento del Distrito Federal.

Ejercer las facultades que le delegue la Junta Directiva por conducto de su Presidente.

Cumplir y hacer cumplir las disposiciones jurídicas y administrativas, cuya aplicación corresponda a la Comisión.

Desempeñar las Comisiones que le confiera el Jefe del Departamento del Distrito Federal o la Junta Directiva.

Cumplir, hacer cumplir y ejecutar, en su caso, las decisiones y acuerdos de la Junta Directiva.

Expedir los Manuales de Organización y de Procedimiento para regular el funcionamiento de la Comisión.

Dirigir y coordinar el desarrollo de las actividades de la Comisión y dictar los acuerdos tendientes a dicho fin.

Proponer a la Junta Directiva las medidas adecuadas para el mejor funcionamiento de la Comisión y la eficaz prestación de sus servicios.

Representar a la Comisión ante las dependencias de la Administración Pública Federal.

Presentar, a la consideración de la Junta Directiva, el proyecto de programa de inversión y el presupuesto anual de gastos de la Comisión para que a su vez, sea sometido a la aprobación del Jefe del Departamento del Distrito Federal.

Rendir a la Junta Directiva una memoria o informe anual de labores, así como de la cuenta de la Administración.

Nombrar y remover libremente a los funcionarios y empleados al servicio de la Comisión.

Delegar en funcionarios subalternos algunas de las facultades no discrecionales para casos o ramos específicamente determinados.

Dirigir las actividades de sus respectivas áreas de la Comisión, directamente o por conducto de los órganos administrativos a su servicio.

Las demás atribuciones que le señalen la Junta Directiva, las Leyes, Reglamentos o el Jefe del Departamento del Distrito Federal.

DIRECCION DE CONSTRUCCION.

Colaborar con el Vocal Ejecutivo en la atención de los asuntos relacionados con la realización de los estudios, la elaboración de los proyectos y con la construcción de las obras a cargo de la Comisión.

Dirigir los trabajos de elaboración de los proyectos, programas, presupuestos, procedimientos de construcción, especificaciones generales y especiales, precios unitarios de la Comisión, así como de sus modificaciones, para someterlos a la aprobación del Vocal Ejecutivo.

Dirigir los trabajos para la elaboración y aplicación de las bases y normas sobre control y adquisiciones, supervisión, liquidación, recepción y entrega de las obras y del equipo que corresponde al Sistema de Transporte Colectivo, así como a los demás trabajos que ejecute la Vocalía.

Definir, evaluar y mantener los elementos de aplicación, implantación y operación de los sistemas de transporte urbano de superficie, en base a los criterios que establece el Plan Rector de Vialidad y Transporte del Distrito Federal.

Planear, proyectar y formular tanto las especificaciones de proyecto de las nuevas obras viales como las modificaciones a las existentes.

Analizar la situación del transporte urbano y proponer alternativas de solución para el mejoramiento de los servicios.

Vigilar que los estudios, los proyectos de las obras, la ejecución y la supervisión, se ajusten a las normas de la Comisión.

Establecer los criterios de diseño, así como normas mecánicas y de seguridad que regirán para los vehículos de transporte urbano de superficie, asimismo, establecer las normas de presentación, limpieza, identificación e imagen de los diversos medios de transporte colectivo y definir pautas para la renovación de equipo.

Realizar estudios económicos permanentes en el sistema de transporte urbano y establecer, en contacto directo, con la Dirección General de Policía y Tránsito, los criterios necesarios en materia de tarifas.

Difundir la información relativa a implementaciones, innovaciones y disposiciones relacionados con el Transporte Urbano en el Distrito Federal.

Recibir, en acuerdo, a los funcionarios de las unidades de su área, conforme a los manuales de organización y procedimientos que expida el Vocal Ejecutivo.

Planear y dirigir los mecanismos de enlace para lograr la congruencia de los sistemas de transporte.

Las demás funciones que le señale el Vocal Ejecutivo y las disposiciones administrativas aplicables.

DIRECCION DE ADMINISTRACION Y FINANZAS

Colaborar con el Vocal Ejecutivo en la atención de las actividades administrativas de la Vocalía, conforme a la organización de la misma.

Elaborar, con base en los lineamientos que le fije el Vocal Ejecutivo, el anteproyecto del programa de Inversión y gasto anual, así como las modificaciones que estos ameriten, con objeto de presentarlos a la consideración de la Junta Directiva y al Jefe del Departamento del Distrito Federal. Una vez aprobados estos proyectos, vigilar su debida ejecución presupuestada.

Proponer al Vocal Ejecutivo las normas administrativas para el correcto funcionamiento de la Vocalía.

Vigilar el cumplimiento de las disposiciones generales, reglamentarias y administrativas, relativas a sus funciones.

Realizar las auditorías que le ordene el Vocal Ejecutivo.

Recibir, en acuerdo, a los funcionarios de las unidades de su área conforme a los manuales de Organización y procedimientos que expida el Vocal Ejecutivo.

Administrar los medios para que los recursos humanos y materiales cumplan con los planes propuestos por la Vocalía.

Administrar todo lo relacionado a la adquisición de bienes y servicios necesarios para la buena operación de la Comisión.

Desempeñar las demás atribuciones que le señale el Vocal Ejecutivo y las disposiciones administrativas aplicables.

GERENCIA DE INGENIERIA VIAL Y TRANSPORTES.

Integrar y proponer a la Dirección de Construcción, los programas de trabajo, normas y criterios que en materia de vialidad y transporte urbano, coadyuven al cumplimiento de sus atribuciones.

Coordinar la planeación y ejecución de medidas, tendientes a coadyuvar a la solución del problema de la vialidad y el transporte urbano.

Disponer la elaboración de estudios y proyectos técnicos, para buscar soluciones a los problemas de vialidad y transporte urbano.

Programar el desarrollo y ejecución de actividades, que le hayan sido asignadas por la Dirección de Construcción.

Evaluar el desarrollo de las actividades y de las funciones que hayan sometido a su consideración los órganos a su cargo.

Coordinarse con otras dependencias y organismos públicos, civiles y privados para el desarrollo de sus funciones.

Mantener informada a la Dirección de Construcción acerca del desarrollo y cumplimiento de sus funciones.

GERENCIA DE OBRA CIVIL DEL METRO.

Elaborar y proponer a la Dirección de Construcción los planes y programas de trabajo a desarrollar.

Planear, ejecutar y, en su caso, supervisar la construcción de la Obra Civil del Sistema de Transporte Colectivo.

Verificar que las Obras se efectúen en los términos previstos y, si es necesario, sugerir modificaciones o correcciones a los programas cuando éstos presenten desviaciones.

Realizar estudios, tendientes a la construcción y ampliación del Sistema de Transporte Colectivo.

Programar el desarrollo de actividades y de que le hayan sido asignadas.

Evaluar el desarrollo de funciones y actividades de las unidades a su cargo.

Coordinar y controlar el programa de inversión por obras del Sistema de Transporte Colectivo.

Coordinarse con otras dependencias ya sean organismos públicos o privados, para el desenvolvimiento de sus funciones.

Mantener informada a la Dirección de Construcción sobre el desarrollo y cumplimiento de sus funciones.

GERENCIA DE OBRAS ELECTROMECANICAS DEL METRO

Elaborar o, en su caso, integrar y proponer a la Dirección de Construcción los planes y programas de actividades a desarrollar.

Disponer la realización de estudios y especificaciones de obra y materiales para la selección de equipos eléctricos, electrónicos, mecánicos y material necesario para la instalación y operación del Sistema de Transporte Colectivo.

Coordinar la supervisión, instalación y pruebas del equipo, así como los sistemas y material electromecánico del tren metropolitano.

Coordinar y disponer la supervisión de la instalación en los talleres: el equipo eléctrico, electrónico y electromecánico.

Coordinar y disponer la supervisión de la instalación del equipo y material necesario en los talleres, para el mantenimiento de los trenes y de las instalaciones electrónicas y electromecánicas.

Disponer y coordinar la elaboración de estimaciones de las obras y presupuesto de los trabajos a su cargo.

A fin de desarrollar sus funciones, establecer y mantener relaciones de coordinación con otras entidades y dependencias públicas y privadas.

Mantener informada a la Dirección de Construcción sobre el desarrollo y cumplimiento de sus funciones.

GERENCIA DE OBRAS INDUCIDAS.

Elaborar y presentar a la Dirección de Construcción los planes y programas de trabajo a desarrollar.

Coordinarse con otras dependencias del Departamento del Distrito Federal u Organismos Federales, para la ejecución y coordinación de obras o para los asuntos relacionados con las instalaciones afectadas por la Comisión.

Realizar o proponer a quien corresponda, el trámite y adquisición de inmuebles afectados por obras de la Comisión.

Disponer las medidas conducentes y la señalización necesaria para los desvíos del tráfico vehicular y peatonal, en zonas afectadas por obras de la Comisión.

Difundir las modificaciones que se hagan en la circulación de vehículos y de peatones, por la realización de obras a cargo de la Comisión.

Mantener informada a la Dirección de Construcción sobre el desarrollo y el cumplimiento de sus funciones.

GERENCIA DE CONSTRUCCION DE ESTACIONAMIENTOS.

Elaborar y proponer a la Dirección de Construcción, los planes y programas de trabajo a desarrollar.

Elaborar los programas y proyectos de Construcción de Estacionamientos.

Construir los estacionamientos requeridos para mejorar la vialidad del Distrito Federal.

Elaborar o revisar las estimaciones para pago de obras.

Elaborar los proyectos para ejecución de obras complementarias o para restitución por afectaciones.

Instrumentar las medidas correctivas que procedan en la ejecución de los trabajos y vigilar su cumplimiento.

Mantener informada a la Dirección de Construcción, acerca del desarrollo de sus funciones.

GERENCIA DE NORMAS Y PRECIOS UNITARIOS

Elaborar y proponer a la Dirección de Construcción, los planes y programas de trabajo a desarrollar.

Recopilar, ordenar, clasificar y revisar las especificaciones de construcción y de la misma manera que verificar que los proyectos y obras realizados, se ajusten a éstas.

Revisar y actualizar, permanentemente, el catálogo de precios unitarios de los proyectos y de las obras de la Comisión.

Generar o proponer información o modificaciones, al catálogo de precios unitarios de acuerdo a la experiencia en la ejecución de los trabajos de la Comisión.

Verificar que las propuestas de especificaciones y precios unitarios de las empresas constructoras, se ajusten a los lineamientos previstos por la institución.

Mantener informada a la Dirección de Construcción, acerca del desarrollo de sus funciones.

GERENCIA DE CONTABILIDAD Y FINANZAS.

Elaborar y proponer a la Dirección de Administración y Finanzas los programas operativos a desarrollar, para el cumplimiento de sus funciones.

Administrar los recursos financieros de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano.

Llevar el registro y control de las operaciones y movimientos de recursos financieros, de las actividades de la Comisión.

Elaborar el anteproyecto anual de presupuesto de egresos de la institución, controlar su ejercicio y solicitar, en su caso, la ampliación de partidas correspondientes.

Vigilar la disposición que se haga del uso de las partidas y de las operaciones financieras que realice la Comisión.

Elaborar en forma periódica los estados financieros y contables, para determinar la situación que guarda la Comisión, respecto a la disponibilidad de sus recursos.

Operar los mecanismos y sistemas contables establecidos, para la buena marcha de la institución.

Mantener informada a la Dirección de Administración y Finanzas acerca del desarrollo de sus funciones.

GERENCIA DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS.

Elaborar y proponer a la Dirección de Administración y Finanzas, los planes y programas de actividades a desarrollar.

Administrar los recursos humanos de la Comisión.

Reclutar, seleccionar, contratar, capacitar y desarrollar los recursos humanos, necesarios para el desarrollo de funciones de la Comisión.

Llevar y mantener actualizado el registro, control y movimiento del personal de la Comisión.

Vigilar el cumplimiento y aplicación de las normas legales y contractuales en materia laboral.

Mantener relaciones de coordinación con otras dependencias públicas, a efecto de agilizar los trámites respectivos del personal.

Realizar las compras y suministros de bienes, que demandan para su uso las distintas áreas de la Comisión.

Controlar los inventarios de los bienes de activo fijo y los de consumo.

Proporcionar los servicios generales y de apoyo administrativo, que requieran las distintas áreas de la Comisión.

Mantener informada a la Dirección de Administración y Finanzas, acerca del desarrollo de sus funciones.

GERENCIA DE SERVICIOS INTERNACIONALES.

Elaborar y proponer a la Vocalía los planes y programas de trabajo a desarrollar.

Coordinar con los diferentes sectores de la Comisión, que realicen obras, la adquisición e importación de material y equipo de procedencia extranjera.

Intervenir en el estudio, formulación, modificación y aplicación de los convenios y contratos que celebre la Comisión, con empresas extranjeras para la ejecución de las obras a su cargo.

Tramitar y, en su caso, intervenir directamente en la adquisición e importación de materiales y equipo, necesarios para la ejecución de las obras que la Comisión tiene a su cargo.

Establecer y mantener relaciones de coordinación con las entidades públicas y privadas, para el cumplimiento de sus funciones.

Mantener informada a la Vocalía Ejecutiva, acerca del desarrollo de sus funciones.

GERENCIA DE SERVICIOS LEGALES.

Elaborar y proponer a la Vocalía Ejecutiva los planes y programas de trabajo a desarrollar.

Tramitar y en su caso, intervenir directamente en la aplicación de ordenamientos legales o principios generales de derechos, en actividades relacionadas con la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano.

Intervenir en el estudio, formulación, modificación y aplicación de los convenios y contratos que celebre la Comisión, para la ejecución de las obras a su cargo.

Participar en la formulación y aplicación de convenios y contratos que celebre la Comisión, para la adquisición de Bienes Muebles e Inmuebles que ésta requiera.

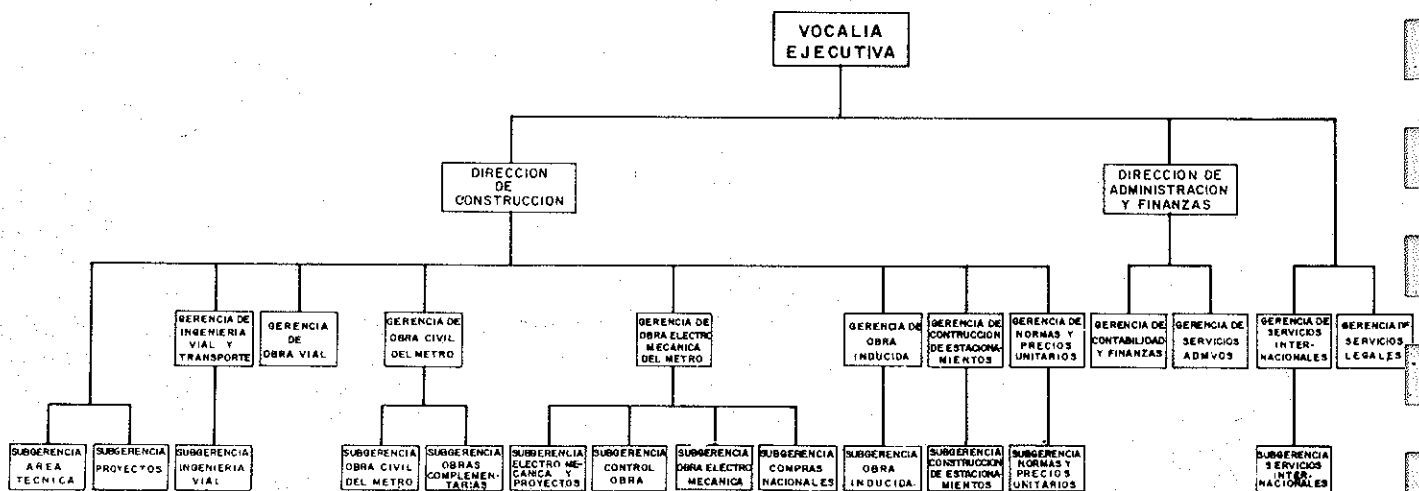
Intervenir y si es necesario, representara a la Comisión en las reclamaciones y litigios que afecten los intereses de la misma.

Establecer y mantener relaciones de coordinación con las entidades públicas y privadas, para el cumplimiento de sus funciones.

Mantener informada a la Vocalía Ejecutiva, acerca del desarrollo de sus funciones.



COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO VOCALIA EJECUTIVA DE VIALIDAD



SISTEMAS ADMINISTRATIVOS

Con el objeto de controlar los recursos presupuestales, se establecieron sistemas integrales para formulación de contratos, elaboración de estimaciones, (tanto provisionales como definitivas), facturaciones, trámites, pagos, etc.

El objetivo general, fue el de contar con un instrumento administrativo que permitiera a esta Comisión coordinar, integrar y orientar sus esfuerzos hacia las metas básicas, que son: crear la infraestructura necesaria para la operación y funcionamiento del Sistema de Transporte Colectivo "Metro" y coadyuvar en la búsqueda de soluciones al problema vial en la Ciudad de México.

Para cumplir adecuadamente con lo anterior, se creó un procedimiento que especifica las normas operativas y administrativas para llevar a cabo los concursos de adjudicación de obra, finca de pedidos nacionales e internacionales y reglas para el control de todo el Sistema Administrativo. Asimismo, se realizaron tabuladores de salarios y precios unitarios debidamente revisados por la Comisión Interna de Precios Unitarios del D D F

También se llevó a cabo la descentralización del sistema Administrativo, creando Delegaciones en las diferentes líneas en construcción. Esto fue con objeto de evitar acumulación de trabajo innecesario en las oficinas centrales. Llevando consigo una operación sistematizada de los pagos de las estimaciones de las obras ejecutadas; y soluciones a los problemas que, el personal técnico y administrativo, llevó durante el lapso comprendido

PROGRAMA DE DIFUSION

Se desarrollo un programa de comunicación directa por medio de 224 reuniones populares en donde se proyectaron los audiovisuales: "Plan Rector de vialidad y Transporte" de la Ciudad de México y "Procesos Constructivos" de la obra "Metro", contando entre otras, con la amplia colaboración de:

- H. Cámara de Senadores
- H. Cámara de Diputados
- Delegaciones Políticas del D.F.
- Juntas de vecinos.

Se tuvieron reuniones de información con:

- Cámara Nacional de la Industria de la Transformación.
- Cámara Nacional de Comercio de la Ciudad de México.
- Asociación de Comerciantes del Centro, A C
- Agrupación de Comerciantes de la Zona Rosa, A C
- Asociación de Comerciantes de la Av. Cuauhtémoc, A C
- Asociación de Comerciantes de Plaza Universitaria, A C
- Centro Bancomer.
- Nacional Financiera
- Asociación de Industriales de Vallejo, A C
- Asociación Industrial de Azcapotzalco, A C

A su vez se establecieron juntas de información y trabajo con:

- Comisión Federal de Electricidad
- Aeropuertos y Servicios Auxiliares
- Instituto Mexicano del Petróleo
- Asociación de Charros de la Villa, A.C.
- Asociación de Charros de la Viga, A.C.
- Hoteles Holiday Inn
- Aeroméxico
- Cocina del Aire,

Hubo contacto y reuniones de difusión con:

- Cámara de Comercio México-Bélgica
- Cámara Nacional de Ingenieros Mecánicos Electricistas.
- Cámara Nacional de la Industria del Hierro y Acero.
- Sociedad Americana de Automóviles, A C
- Asociación de Ingenieros Químicos de Azcapotzalco.
- Asociación Mexicana de Vías Terrestres
- Club Rotario de la Ciudad de México
- Club Rotario de Azcapotzalco.

Se atendieron las visitas a las obras de construcción del Metro de técnicos extranjeros de países como:

- Estados Unidos de Norteamérica
- Canadá
- Guatemala
- Costa Rica
- Venezuela
- Colombia
- Alemania Federal
- Francia
- Inglaterra
- Suecia
- España
- Turquía
- China Popular
- Australia
- Japón
- Cámara de Comercio de París, Francia.

Se desarrolló un programa de difusión en todas las escuelas de Ingeniería Civil de:

- Ciudad de México
- Chihuahua
- San Luis Potosí
- Morelia, Mich.
- Nuevo Laredo, Tamps.
- Estado de México
- Oaxaca
- Guerrero
- Mérida, Yuc.
- Veracruz.

Mediante un programa, se organizó la presentación de Audiovisuales y visitas a las obras.

En el que estuvieron presentes las Facultades y Escuelas de Ingeniería Civil de:-

Universidad Nacional Autónoma de México

- Facultad de Ingeniería
- Escuela Nacional de Arquitectura
- Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Acatlán
- Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Aragón,

Instituto Politécnico Nacional

- Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura
- Centro de Estudios Tecnológicos No. 1
- Centro de Estudios Tecnológicos No. 2
- Centro de Estudios Tecnológicos No. 8
- Centro de Estudios Tecnológicos No. 33

Universidad Autónoma Metropolitana

- Escuela Militar de Ingenieros
- Centro Nacional de Enseñanza Técnica Industrial
- Escuela de Ingenieros Municipales
- Universidad Iberoamericana
- Universidad Latinoamericana
- Universidad La Salle
- Universidad Anáhuac
- Centro Educativo de Ciencia y Tecnología

Los funcionarios de la Comisión, participaron dentro de las siguientes conferencias:

Foro Internacional de la Construcción
XII Congreso Internacional de la Construcción
XI Seminario de Ingeniería de Tránsito
XI Congreso Nacional de Ingeniería
VII Conferencia Internacional de Ingenieros EVA-MEXICO
I Congreso de Valuadores
XV Congreso Latinoamericano de Ferrocarriles
I Congreso Internacional de Planeación de las Grandes Ciudades.
Diálogo — Colegio de Ingenieros Civiles de México y Departamento del D F
I Semana de Ingeniería del Transporte UPICSA-IPN
II Seminario Internacional de Medicina y Accidentes de Tránsito.
I Semana del Metro
XVI Convención de la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros.

Se desarrolló un programa de 36 exposiciones fotográficas de las obras en Metro en:

- Delegaciones Políticas del D F.
- Centros Comerciales y Universidades
- XXIX Feria del Hogar
- Museo Tecnológico de la C F E.
- Colegio de Ingenieros Civiles de México, S A
- Hotel de México

Se proyectaron en 280 salas cinematográficas de República Mexicana los cortos documentales:

"Decisión Inaplazable" (Indios Verdes).
"Misión Cumplida" (Zapata)
"Línea 4"
"Un Paso Más"
"Línea 7".

Se participó en los medios masivos de comunicación tanto en radio como en televisión entre ellos:

"La Universidad para Todos"
"Club del Hogar"
"Domingo a Domingo"
Programa de Radio "Respuesta."

Durante la construcción de las obras del "Metro" los años 1978 y 1979 se repartieron 2 millones de volantes en los que se informaba los desvíos de tránsito, a los automovilistas que circulaban por calles y avenidas afectadas por las obras.



Plan rector de vialidad y transporte urbano

3.1 INTRODUCCION

3.2 PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO

3.3 DIAGNOSTICO DE VIALIDAD Y TRANSPORTE

3.4 PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE



INTRODUCCION

De acuerdo con la determinación del gobierno del Presidente López Portillo para mejorar las condiciones sociales y económicas de los mexicanos, el Departamento del Distrito Federal. Ha elaborado el Plan Director de Desarrollo Urbano, que constituye el marco de congruencia para todas las acciones que se realicen en su territorio. Como parte integrante de este documento, se formuló en 1980 el Plan Rector de Vialidad y Transporte, que sirve de instrumento para mejorar las condiciones de transportación en la Ciudad de México y contribuye al desarrollo armónico de la misma.

Dichos planes son congruentes con las políticas del Plan Nacional de Desarrollo Urbano que promueven la concentración de la población del país, actualmente dispersa en pequeñas localidades, en núcleos mayores en los que sea factible la dotación de la infraestructura, de los equipamientos y de los servicios indispensables.

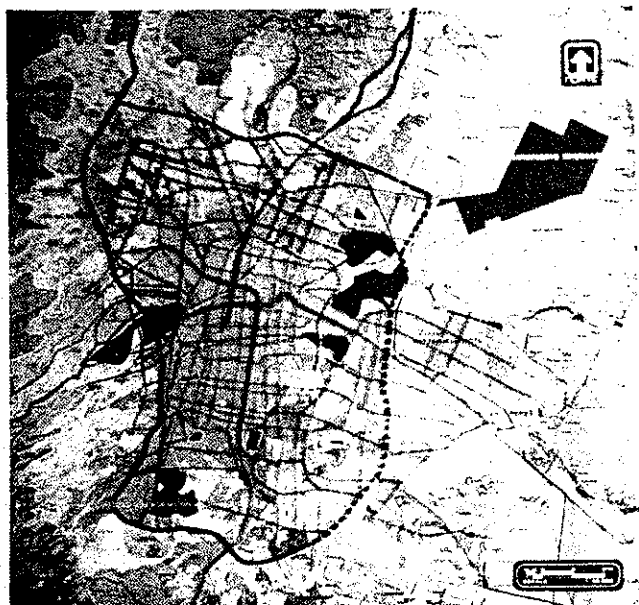
De forma paralela, se establece la regulación del explosivo crecimiento de las grandes aglomeraciones que se han dado en las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey, debido a los problemas que la expansión urbana ha producido en ellas y al deterioro creciente que ha empezado a manifestarse en el nivel de vida de sus habitantes.

PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO

En forma particular, el Plan de Desarrollo Urbano fija como meta para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México en el año 2000, una población de 23 millones 400 mil habitantes, de los cuales 14 millones 300 mil residirán en el D.F. Si bien, esto representa una reducción significativa en el actual ritmo de crecimiento demográfico, en números absolutos, constituye un aumento de población considerable que impone la necesidad de construir, entre hoy y el final de siglo, otra ciudad de México.

Ante este panorama, el futuro crecimiento deberá ser planeado y regulado. Por tal razón, la organización territorial se apoyará en tres áreas bien definidas que corresponden a: las superficies susceptibles de desarrollo urbano, las zonas de amortiguamiento y aquellas que deben preservarse. La estructura urbana del Distrito Federal se logrará mediante la concentración de actividades en nueve centros urbanos y la intercomunicación con base en los sistemas de transporte. Esta es la manera más razonable para lograr el ordenamiento de su desarrollo, ya que se optimiza lo que se tiene y se logra una mejor movilidad en la ciudad.

DIAGNOSTICO DE VIALIDAD Y TRANSPORTE



En 1979 la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) contaba con 14 millones de personas asentadas en una superficie urbanizada de 1,000 km², dentro de la cual, el Distrito Federal ocupaba un área urbana de 540 km² con 9 millones de habitantes. En él circulaban 1 millón 990 mil vehículos incluyendo los que provenían de los municipios conurbados y se generaban diariamente 18 millones 400 mil viajes.*

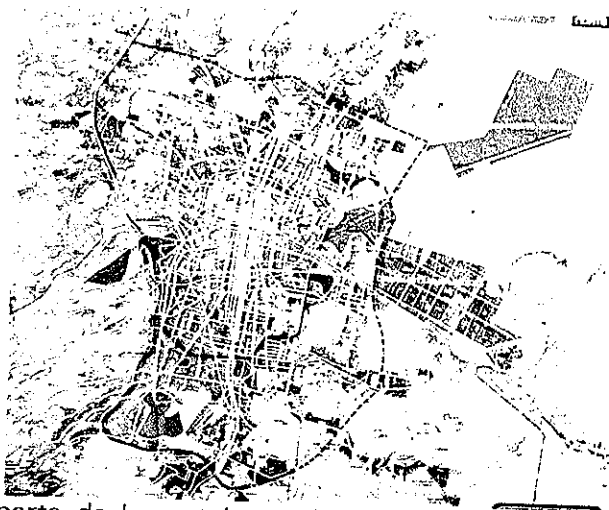
Los medios con que disponía la ciudad para movilizar tal cantidad de viajes eran: los autobuses, que participaban con el 50.8% del total; los taxis, con el 13 %; El Metro, con el 11.4 %; los trolebuses y tranvías, con el 3.3 %; los automóviles, con el 19.2 % y otros vehículos, que incluían bicicletas y motocicletas, participaban con el 2.3%.

Conviene observar que de los casi 2 millones de vehículos, solamente el 3 % eran de transporte colectivo y efectuaban el 79 % de los viajes, es decir, en cambio, el 97 % del resto de vehículos, compuestos básicamente por automóviles particulares, atendían al 21 % de los viajes. Se puede decir que aquí radicaba el origen del problema de la vialidad y el tránsito, por lo que gran parte de la solución consistía en invertir dicha situación, con el fin de incrementar el número y la eficiencia de los vehículos colectivos y constituir una alternativa viable para los que se transportaban en automóviles.

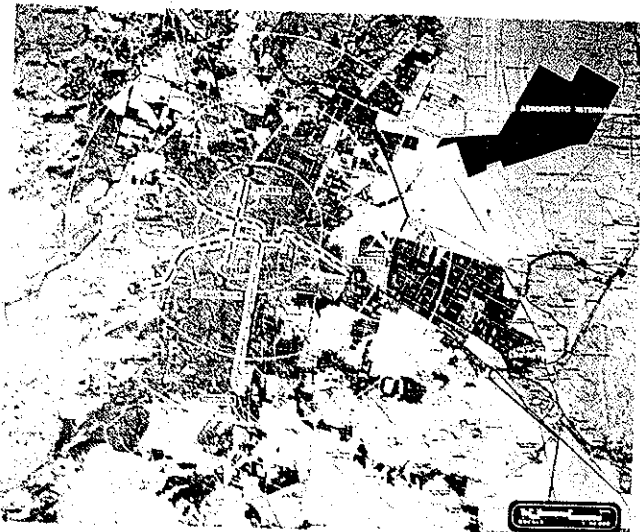
Las observaciones sobre el comportamiento de los flujos vehiculares demostraban que la superficie inscrita en el Circuito Interior era la de mayor vialidad y que la vialidad principal estaba saturada debido a la falta de continuidad y a la irregularidad de su trazo, por lo que se dificultaba también la circulación de los vehículos colectivos. Asimismo se advertía que el Centro de la ciudad seguía siendo el punto de mayor concurrencia. Ello debido a la deformidad del crecimiento, a la concentración de los servicios, de las actividades comerciales y de las administrativas, además, porque no siendo el centro el destino de los usuarios, éstos se veían obligados a cruzar el mismo para trasladarse a otros puntos de la ciudad. La falta de vialidad continua era una de las causas de que la zona central siguiera sobrecargada.

En lo que se refiere a los sistemas de transporte las rutas de autobuses seguían siendo el soporte básico del transporte de superficie, ya que atendían la mayor parte del total de viajes que se generaban. No obstante el servicio era insuficiente, debido al apretujamiento de los pasajeros casi a todas horas y a que únicamente 5,600 autobuses urbanos, de los 7,800 concesionados, estaban en operación, es decir, el 70 %; el 30 % restante no funcionaba por fallas mecánicas y obsolescencia. El servicio era además ineficiente por la irregularidad de los intervalos de paso entre un autobús y el siguiente y por la tortuosidad de los 534 recorridos existentes.

*Hay que aclarar que mientras en los transportes de superficie los viajes se cuantifican cada vez que una persona aborda un vehículo, en el Metro se cuantifican cada vez que un usuario accede al sistema. Siguiendo el criterio anterior, se estima que los VPD en el Metro aumentarían 1.6 veces a lo aquí se ha cuantificado.

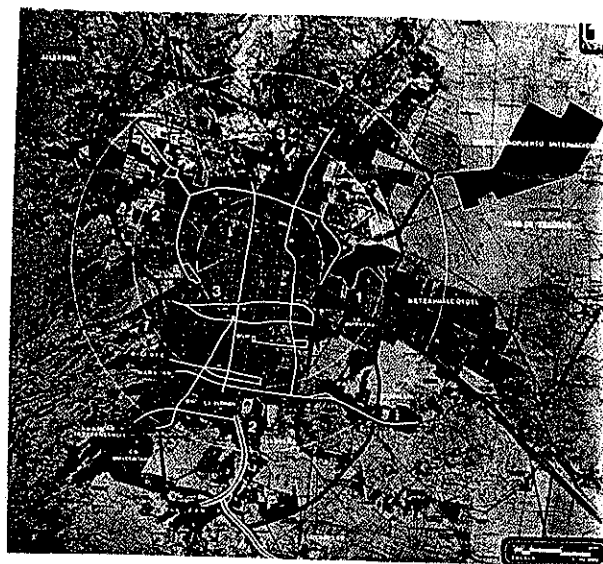


Aparte de los autobuses, los pasajeros del Distrito Federal, utilizaban el Metro. En 1976 estaban en operación 65 trenes con 3 líneas, mismas que conformaban una red de 41.5 Km. de longitud y que transportaban 1 millón 300 mil pasajeros diariamente. Desde que inició su operación, el número de pasajeros transportados se incrementó con una tasa promedio del 11 % anual.

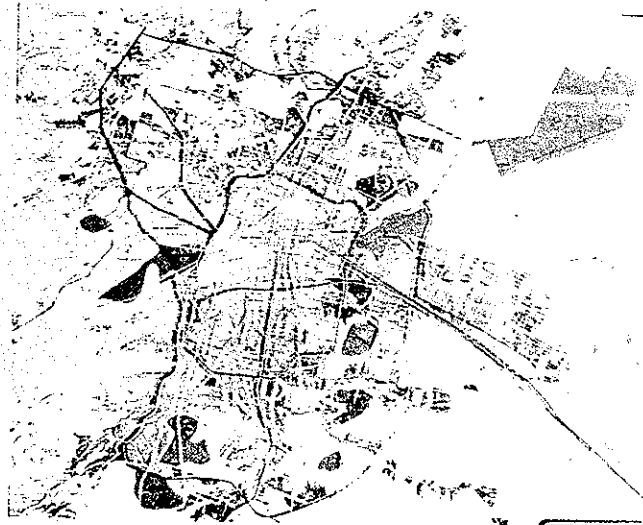


El Metro vino a constituir la incipiente columna vertebral del transporte que tanto estaba haciendo falta a la ciudad, debido a su rapidez, regularidad y capacidad del servicio, y por supuesto, la accesibilidad de su tarifa. Sin embargo, es bien conocido que a pesar de su alta eficiencia, el Metro no puede resolver el total de viajes que se dan en la urbe y se requiere de su integración con los otros medios.

Además de los autobuses y el Metro, la ciudad tenía con 400 trolebuses y tranvías que funcionaban en una red de 320 Kms. y transportaban 588 mil pasajeros diariamente.

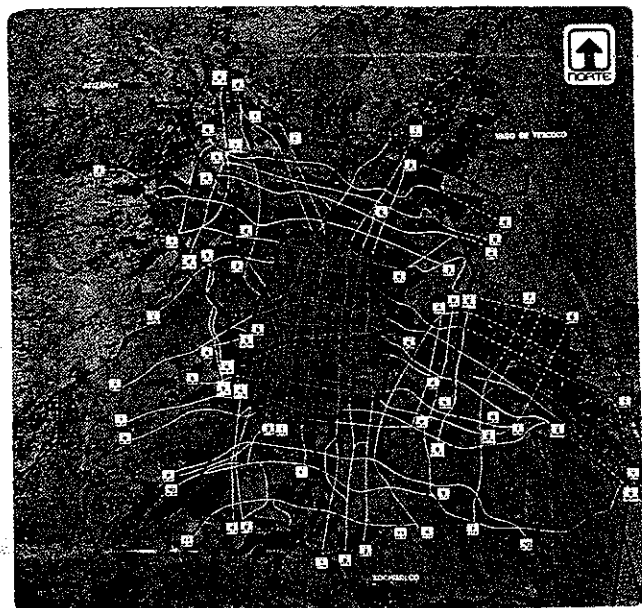


Finalmente, los taxis completaban el panorama de vehículos de transporte colectivo que daban servicio a los habitantes. Existían 37 mil 500 unidades que movían poco más de 2 millones de pasajeros al día. Operaban 100 rutas de "peseros", cuyo origen debía a la insuficiencia del transporte colectivo. Aparecía una ruta ahí donde no había algún servicio de autobuses o trolebuses, o donde existiendo transporte masivo, éste era insuficiente para atender la demanda de pasaje.



Al panorama mencionado se agregaban los problemas que ocasionaban los automóviles, cuyo crecimiento acelerado, alrededor del 11 % anual, o sea más del triple de la tasa anual de crecimiento demográfico, agudizaba las situaciones de congestión: consumían el 33 % (*) de la producción nacional de gasolina solamente en la Z.M.C.M. y ocupaban el 70 % de la vialidad para circular y estacionarse y únicamente transportaban 1.8 personas por viaje, mientras que los autobuses podían transportar 50 ó 60 pasajeros. Además, está comprobado que en la ciudad de México los principales causantes de contaminación no son las fuentes fijas, sino las móviles y de éstas, la gran mayoría son automóviles particulares.

La vialidad principal estaba constituida por una serie de obras inconclusas: un Anillo Periférico al que le faltaba terminar el 60 %; al Circuito Interior el 75 % y a la red de ejes viales el 75 %. Las calles secundarias también se caracterizaban por una falta de continuidad. Todo ello dificultaba la circulación vehicular y propiciaba frecuentes congestionamientos de tránsito.



*Fuente: Dirección de Petróleos Mexicanos 1980

A la ya de por sí escasa vialidad, había que restarle la superficie que ocupaban los vehículos estacionados en la vía pública. Se habían hecho observaciones que mostraban una ocupación de más del 33 % del área de rodamiento por automóviles estacionados, incluso en arterias tan importantes como Insurgentes, Paseo de la Reforma y Amores, llegando en algunos casos a más del 50 % por el estacionamiento en doble y triple fila.

Las perspectivas que se tenían, en el supuesto de que las condiciones continuaran, nos señalaban que el problema se agudizaría para el final de siglo, en forma que los automóviles aumentarían su participación en el total de viajes del 19.2 % al 29.5 %; el Metro apenas se elevaría del 11.4 % al 17.3 %; los autobuses reducirían su participación del 50.8 % a sólo 38 % y los trolebuses bajarían del 3.3 % al 1.6 %. Es decir, se llegaría a un estado crítico de circulación, debido principalmente al aumento del uso del transporte individual.

Para el año 2000 habría 11.5 millones de vehículos los que solamente les correspondería una vialidad de 20 m² por vehículo. Es decir, a todas luces se tenía un panorama desalentador que significaría la paralización de la vida en la urbe.

La ciudad, concebida como morada del hombre, había resultado la casa del automóvil, debido al uso irracional de los medios de transporte, a la mala distribución de los servicios y del equipamiento y porque se había alentado el uso excesivo del transporte individual, en lugar del transporte colectivo.

Ante dicha perspectiva, el gobierno de la ciudad impuso la tarea de dotar a la población de vialidad y de transportes suficientes y eficientes para que los nuevos habitantes, junto con los actuales, tengan una ciudad digna, ya que no es posible aceptar que se pierda el brillo que en el pasado deslumbró a los visitantes e hizo merecer a nuestra metrópoli calificativos como: "La Gran Tenochtitlan", "La ciudad de los Palacios" y "La región más transparente del aire".

PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE

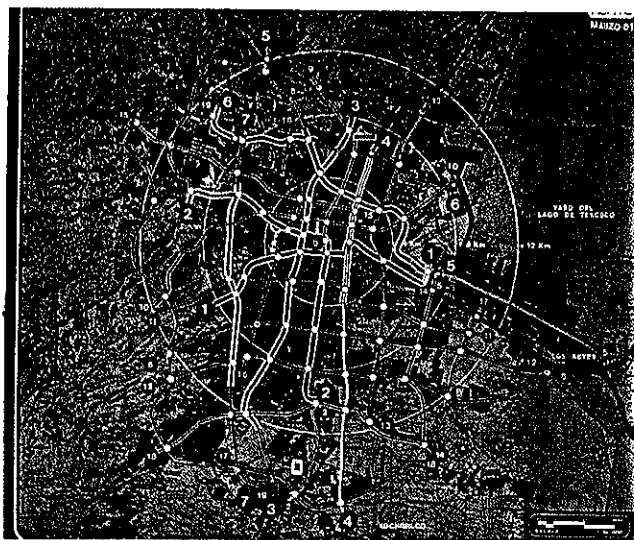
Para cumplir con dicho compromiso, las autoridades del Departamento del Distrito Federal, a través de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, han formulado el Plan Rector de Vialidad y Transporte, cuyo objetivo principal consiste en la implantación de un sistema integral y coordinado de transportación, orientado por una clara política social que garantice la prestación de un servicio eficiente de transporte. Para tal efecto, considera la reducción del uso del automóvil, haciendo deseable y posible el uso del transporte colectivo y desalentando el primero.

El Plan Rector, mediante los planes de Metro, de Transporte de superficie, de vialidad y de estacionamientos está llevando a cabo las acciones que se requieren para satisfacer gradualmente las necesidades de movilidad urbana.

1 PLAN DE METRO.

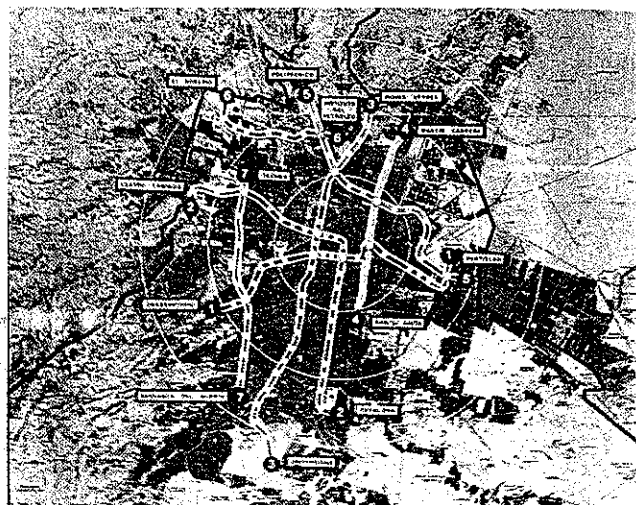
En 1978 se actualizó el Plan Maestro del Metro que previó la dotación a los habitantes de la ciudad al año 2000, con una red de 378 Km. de longitud, en la que operarían 807 trenes en 21 líneas y tendría una capacidad de transportación de 24 millones de pasajeros por día.

Posteriormente en 1980, se formuló la versión vigente del Plan Maestro, que contempla para fines de siglo una red de 444.09 Kms. que requerirá de 88 trenes y que estará en posibilidad de transportar 26.33 millones de usuarios diariamente.



Segunda Etapa

La 2a. Etapa, comprende 44.6 Kms. de longitud y incluye la ampliación de la Línea 3 en sus dos extremos; de Tlatelolco a Indios Verdes, al norte y de Hospital General a la estación Zapata al sur; la Línea 4, de Martín Carrera a Santa Anita; la Línea 5, de Instituto del Petróleo a Pantitlán y la Línea 6, que va de la estación El Rosario al Instituto del Petróleo, actualmente en construcción.



Tercera Etapa

La 3a. Etapa, también ya en construcción, comprende 25.4 km de longitud y se integra con la Línea 7 de Tacuba a Barranca del Muerto; las ampliaciones a las líneas 1, 2 y 3 de Zaragoza a Pantitlán, de Tacuba a Cuatro Caminos y de Zapata a Ciudad Universitaria, respectivamente, así como la prolongación de la Línea 5 de Instituto del Petróleo a Politécnico.

Actualmente y no obstante las modificaciones hechas al programa original, para hacerlo congruente con las nuevas políticas económicas del país, la presente Administración ha puesto en operación 37.28 km de líneas que sumadas a la longitud anterior hacen un total de 78.8 kms. de red, en la que operan 115 trenes con una capacidad para transportar 5.5 millones de pasajeros diariamente.

La continuidad del programa del Metro contempla la articulación de las acciones con la siguiente administración, a fin de concluir la 3a. Etapa en el menor tiempo posible para alcanzar la meta de 111.52 kms. de longitud y aumentar la capacidad de oferta hasta 6.5 millones de VPD con los 202 trenes que estarán en servicio.

PLAN DE VIALIDAD.

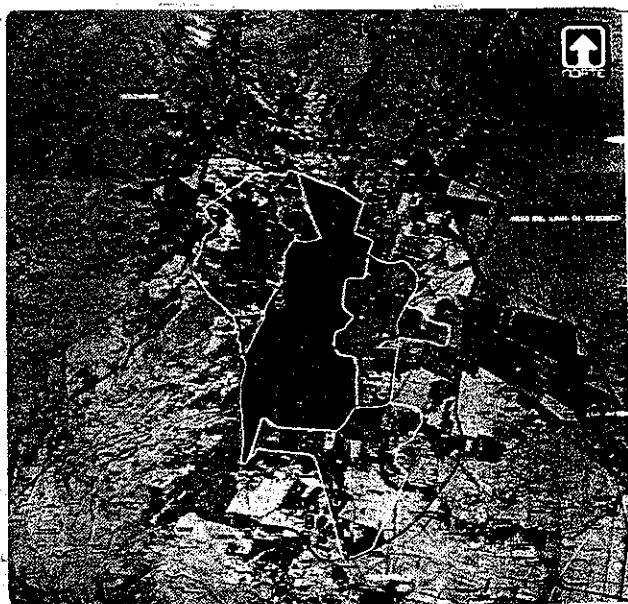
Es conocido el hecho de que el Metro no puede resolver la totalidad de los viajes, por lo que requiere de una integración con los otros medios. Asimismo, para que el transporte de superficie sea eficaz, deberá contar con una adecuada y suficiente infraestructura vial.

El Plan de Vialidad pretende establecer una estructura jerarquizada de arterias continuas y regulares que satisfagan las necesidades de movilidad de la ciudad y que sea congruente con las expectativas de desarrollo urbano. Por este motivo, la vialidad primaria estará conformada, en primer término, por una red de arterias de acceso controlado, que consta de 2 anillos concéntricos, denominados Anillo Periférico y Circuito Interior y radiales de penetración que en la actualidad están parcialmente construidas y que se integran a los viaductos existentes: Miguel Alemán y Tlalpan. Asimismo, se considera una red ortogonal de avenidas preferenciales, que comunican los centros urbanos previstos en el Plan de Desarrollo Urbano y una red secundaria de calles que permitan el acceso domiciliario. Con el fin de resolver problemas específicos, el Plan contempla también la construcción de obras puntuales, tales como puentes, distribuidores y remodelación de intersecciones conflictivas.

Como se ha detectado en el diagnóstico, la estructura vial de la ciudad no está terminada, por esta razón el Plan establece la conclusión del Anillo Periférico y del Circuito Interior, así como la construcción de 34 ejes viales, 17 de oriente a poniente y 17 de norte a sur con una longitud total de 533 kms. Estas arterias cuentan con carriles preferenciales, uno de los cuales opera de acuerdo al sentido de la circulación general y otro en sentido contrario, ambos destinados a la circulación de vehículos colectivos.

A la fecha, se han realizado 252 kms. de ejes viales y obras puntuales como el puente del eje 5 Norte sobre Pantaco, que darán la continuidad deseada en estas vías preferenciales. De forma paralela a las obras del Metro, la vialidad coincidente se ha remodelado de acuerdo a las necesidades del Plan. Dentro de este tipo de obras, se puede mencionar la vía rápida de Insurgentes Norte, el eje 1 Poniente, el eje 2 Oriente, en el tramo paralelo al de la Línea 4 pues está en servicio, así como el arco nororiente del Circuito Interior.

De manera complementaria, la optimización del sistema vial se logrará una vez que funcionen los 927 cruceros semaforizados, que serán manejados por una computadora central y 927 controles locales. Actualmente ya se han implantado 729 cruceros y 712 de los mencionados controles. El sistema una vez instalado, permitirá la retroalimentación y el ajuste automático de los programas de acuerdo con las condiciones de tránsito.



PLAN DE TRANSPORTE DE SUPERFICIE.

Las Acciones básicas del Plan de Transporte de Superficie consistieron en la implantación de una estructura de transportación colectiva de gran regularidad, capacidad y comodidad, funcionando en una red ortogonal de calles principales, que modifica radicalmente la situación anterior, caracterizada por autobuses escasos, lentos y de mal aspecto, con tortuosos y complicados recorridos que creaban contusión a los usuarios. La tarifa de \$2.00 resultaba un espejismo, pues se obligaba a los pasajeros a efectuar múltiples transbordos con la consiguiente pérdida de tiempo y considerable gasto que gravaban el ingreso familiar. Esto provocaba al trabajador agotamiento y malestar antes de iniciar sus labores, por tal razón, las 534 rutas de autobuses que anteriormente circulaban en la ciudad quedaron

integradas en sólo 76 rutas directas, con recorridos a lo largo de la ciudad, de norte a sur y de oriente a poniente, más 47 rutas periféricas del Sistema Alimentador de la Red Ortogonal (SARO), que permite comunicar prácticamente cualquier punto de la ciudad con un mínimo de transbordos. A la fecha, están en servicio 60 rutas directas y los 47 SAROS, así como 18 rutas adicionales de trolebuses y tranvías.



Conviene señalar que la preocupación por atender debidamente las demandas de transporte de la población, ha motivado al Departamento del Distrito Federal para emprender una activa participación en el sistema de autobuses a través de la Ruta 100, ampliando su capacidad de transportación diaria. El 25 de septiembre de 1981 el Gobierno del Distrito Federal decretó la municipalización del transporte urbano de superficie, por lo que todos los equipos e instalaciones, hasta entonces propiedad de la Alianza de Camioneros de México, pasaron a formar parte de los activos de la Ruta 100. De esa manera, la empresa estatal tendrá a su cargo casi la totalidad del transporte colectivo de superficie, en lugar de los 190 autobuses de que disponía anteriormente. Si se toman en cuenta los viajes que se realizan en el Metro, los autobuses y los trolebuses y tranvías, la participación estatal en el transporte masivo pasó del 24.2 % en 1979 al 100 % en 1981.

Los nuevos programas de la Ruta 100, incluyen adaptar equipos anticontaminantes a los autobuses existentes, adquirir nuevas unidades, capacitar a su personal y construir las instalaciones, terminales, talleres y cierres de circuito necesarios para mejorar sustancialmente el servicio, así como proteger a los usuarios del transporte urbano mediante el seguro de viaje y daños a terceros. La meta a corto plazo es ofrecer un servicio con 9,300 autobuses para transportar más de 10 millones de pasajeros diariamente.

El Plan de Transporte incluye también la operación de vehículos colectivos de capacidad intermedia (microbuses) en zonas de baja densidad de pasaje, rutas escolares que cubrirán las necesidades de transporte de los centros educativos del nivel medio superior y rutas expreso, con un mínimo de paradas, que comunicarán las principales zonas generadoras de viajes con autobuses que utilizarán las vías preferenciales.

Para aliviar la situación vial, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, conjuntamente con el Departamento del Distrito Federal, han puesto en operación cuatro terminales periféricas de autobuses foráneos, con el fin de que estos no penetren a las zonas más congestionadas. De la misma manera, los autobuses suburbanos están siendo limitados en sus recorridos a efecto de concentrarlos en puntos de intercambio modal, constituidos generalmente en las terminales del Metro, que cuentan, además de la propia estación de este sistema, con paraderos para autobuses urbanos y suburbanos, taxis colectivos y estacionamientos para automóviles particulares.

Asimismo, el Plan Rector de Vialidad y Transporte considera la coordinación con el Ferrocarril Suburbano, propuesto por la misma Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Con el mismo objetivo, se han adoptado medidas administrativas y operativas, como la recuperación de la superficie vial en la que existía estacionamiento, para destinarla a la circulación de los transportes colectivos; la restricción y fijación de horarios para la circulación y maniobras de carga y descarga en la zona más conflictiva de la ciudad.

PLAN DE ESTACIONAMIENTOS.

El Plan Rector incluye programas de estacionamientos, sin los cuales se cancelaría gran parte del esfuerzo realizado en obras viales. Una de las funciones asignadas a los estacionamientos será la de articular el transporte individual con los servicios colectivos, a través de la construcción de estacionamientos de transbordo, capaces de disuadir a los automovilistas para que no viajen en sus vehículos hasta las zonas congestionadas. Dichas instalaciones se ubicarán en la periferia, en los puntos cercanos a las líneas de transporte de superficie y a las estaciones del Metro.

Se considera que las calles en las que no circularán medios colectivos pueden destinarse al estacionamiento y a las maniobras de carga. Es decir, se puede impulsar y organizar el espacio de la vía pública aprovechándolo también como estacionamiento.



La ciudad requiere habilitar 60 mil cajones de estacionamiento como mínimo, para apoyar el adecuado funcionamiento del transporte colectivo. Al respecto, el Departamento del Distrito Federal, a través de mecanismos de coinversión con la iniciativa privada, ha promovido y construido a la fecha 16,886 cajones y continúa las negociaciones para construir los restantes en los próximos dos años. Por su parte, el Metro ha habilitado en sus estaciones 4,462 cajones de estacionamiento y se continúan construyendo otros 3,046 más, que se pondrán en operación próximamente. Asimismo COVITUR ha autorizado de 1978 a la fecha 133,499 cajones en edificios privados de estacionamiento que se han construido para satisfacer sus propias necesidades. A lo anterior, se le suma un número considerable de cajones, autorizados por las delegaciones en instalaciones particulares menores de 100 lugares.

PROGRAMAS COMPLEMENTARIOS.

Considerando que gran parte de la solución a los problemas de tránsito está en manos de los habitantes, el Plan propone medidas de educación vial, tales como: cursos escolares y campañas publicitarias de orientación al público para mejorar la circulación de vehículos y peatones, prevención de accidentes y capacitación de conductores.

La circulación será más fluida también, con disposiciones que eleven el índice de ocupación de los automóviles particulares; tales como facilidad de estacionamiento y una baja tarifa cuando viajen 3 ó más pasajeros.

Otra medida que se llevará a cabo, consiste en adaptaciones a los vehículos para reducir los niveles de contaminación originados por emisiones de gases y por ruido. Para este efecto, la Dirección General de Policía y Tránsito ha instalado a la fecha 16 centros de diagnóstico, en donde se realizan las mediciones respectivas.

Asimismo, se actualizarán sistemáticamente las normas y reglamentos en materia de tránsito, transporte y estacionamientos, con el fin de que todas las personas e instituciones involucradas cumplan responsablemente con las disposiciones emitidas.

COMENTARIOS A LA IMPLANTACION DEL PLAN.

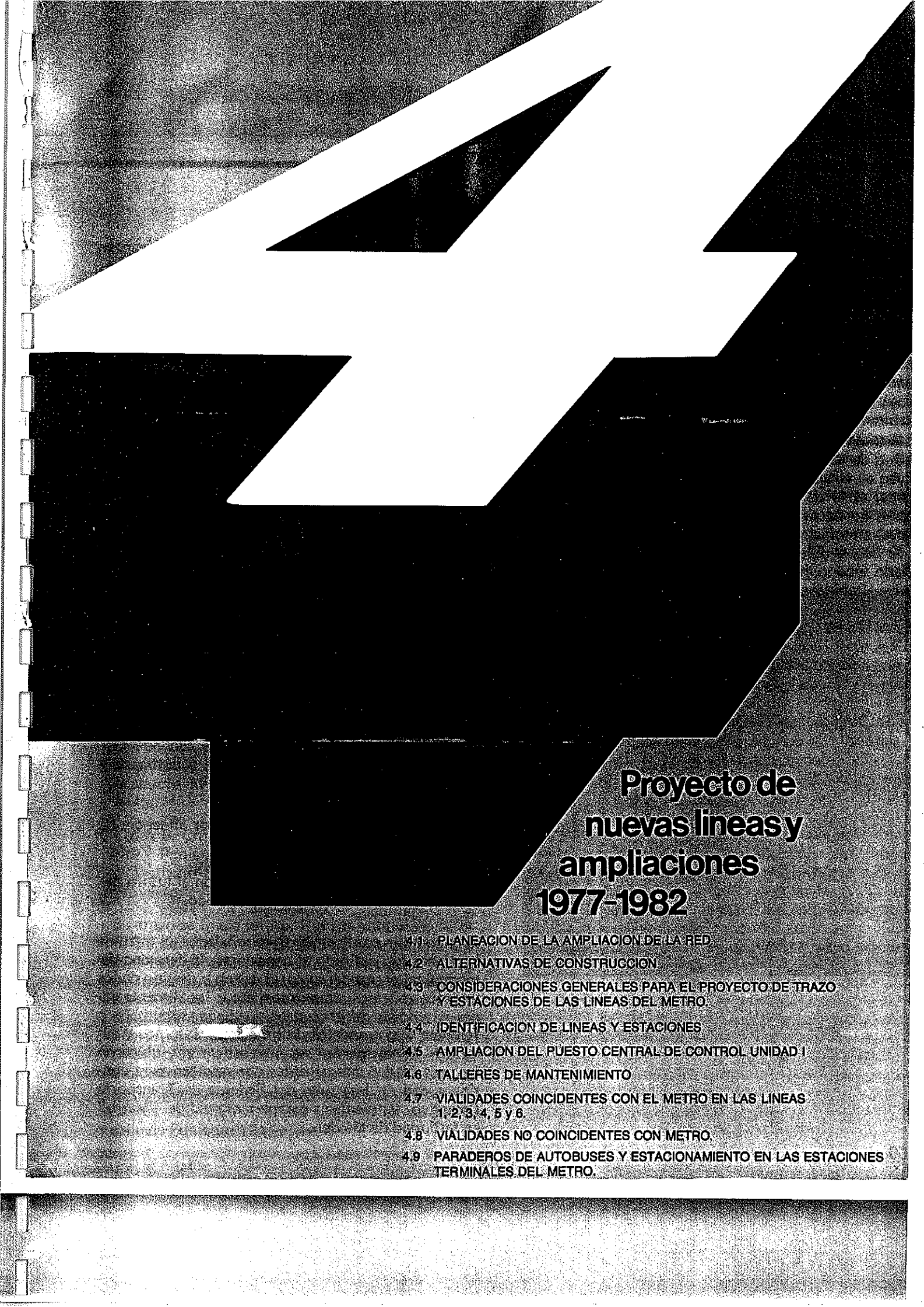
La estrategia adoptada para racionalizar y satisfacer adecuadamente la movilidad en la Ciudad de México, permite la congruencia con las políticas de desarrollo urbano y de incremento demográfico, tanto del Distrito Federal como de los municipios conurbados del Estado de México, de tal suerte, que si bien habrá que elevar la oferta de servicio de acuerdo con el aumento de la demanda de viajes, la tasa de incremento anual será decreciente, en razón de la forma de operación de los sistemas de transporte que evitarán los transbordos y viajes no necesarios y la congruencia de las zonas residenciales con el equipamiento y los servicios urbanos.

Sin embargo, el índice de movilidad será creciente si se toma en cuenta el crecimiento demográfico aceptado y el hecho de que la Ciudad de México conservará la diversificación de actividades comerciales, administrativas y de servicios, acordes con sus funciones de ciudad capital. Por lo que el índice de movilidad de 1.45 viajes por persona que se tenía en 1970, se estima en 1.85 en 1982 o bien, un promedio de 4.65 viajes diarios por persona que viaje regularmente.

De acuerdo con los nuevos programas y las políticas del Gobierno, se considera que los transporte colectivos podrían alcanzar a satisfacer a corto plazo el 84 % de la demanda total de viajes, merced a las mejoras en los sistemas, tanto en la capacidad como en la continuidad y la regularidad del servicio ofrecido a los usuarios.

La ejecución del Plan Rector de Vialidad y Transporte del Distrito Federal, contribuye a restaurar las condiciones favorables para el crecimiento armónico de la ciudad. Las acciones son planeadas y acordes con los objetivos que el Gobierno ha establecido para dotar a los habitantes del equipamiento y de los servicios necesarios. Conforme avance el Plan, se atenderá el rezago de transporte que se ha venido acumulando y se resolverán gradualmente los congestionamientos de tránsito, la contaminación ambiental, la saturación de los vehículos colectivos y las molestias que actualmente padecen los usuarios en sus traslados de un lugar a otro de la ciudad, aplicando la política de estimular el transporte colectivo y desalentar el transporte individual.

La consolidación de un sistema de transporte eficiente y suficiente, permitirá disfrutar de los viajes, reducir los tiempos de trayecto, aumentar las horas destinadas a la productividad, cultura, arte y esparcimiento, así como a la contemplación de la naturaleza y la obra del hombre.



Proyecto de nuevas líneas y ampliaciones 1977-1982

- 4.1 PLANEACION DE LA AMPLIACION DE LA RED
- 4.2 ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCION
- 4.3 CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL PROYECTO DE TRAZO Y ESTACIONES DE LAS LINEAS DEL METRO.
- 4.4 IDENTIFICACION DE LINEAS Y ESTACIONES
- 4.5 AMPLIACION DEL PUESTO CENTRAL DE CONTROL UNIDAD I
- 4.6 TALLERES DE MANTENIMIENTO
- 4.7 VIALIDADES COINCIDENTES CON EL METRO EN LAS LINEAS 1, 2, 3, 4, 5 y 6.
- 4.8 VIALIDADES NO COINCIDENTES CON METRO.
- 4.9 PARADEROS DE AUTOBUSES Y ESTACIONAMIENTO EN LAS ESTACIONES TERMINALES DEL METRO.

PLANEACION DE LA AMPLIACION DE LA RED

Uno de los factores socio-económicos que más influyen en la vida de los habitantes de los centros urbanos, es el de la Vialidad y el Transporte. Nuestro país no ha sido ajeno a este fenómeno y sus ciudades, principalmente la capital, han tenido que soportar esta problemática. Una solución integral del traslado urbano, ha sido el Sistema de Transporte Colectivo. Debido a que el desarrollo de una red se logra paulatinamente, las autoridades del D D F determinaron llevar a cabo el estudio y realización de la Segunda y Tercera Etapas de Ampliación del Metro, tomando como base el Plan Maestro que cuenta con la planeación de una red de 21 líneas.

Los estudios concernientes a estas ampliaciones, se realizaron de acuerdo con los principios fundamentales que deben considerarse en la concepción de una red de "Metro", y se dividieron en tres aspectos: tránsito, operación y construcción.

Para el aspecto tránsito, se tomaron en cuenta: las corrientes de circulación ya establecidas por las que transitan a diario, los más importantes volúmenes de pasajeros; el paso del Metro por las razones de mayor densidad de población; y el otorgamiento de servicio a las áreas más congestionadas, substituyendo en gran parte, los medios de transporte de superficie.

Para una operación óptima, se ha procurado captar el mayor número de pasajeros, señalando líneas adecuadas para lograr un movimiento, lo más regular posible, de usuarios. Para conseguir una mayor economía en la operación de las líneas, se buscó tener la velocidad comercial más alta mediante un trazado con un mínimo de curvas, y estaciones compatibles con la población servida, lógicamente localizadas en los sitios de mayor movimiento; de tal modo que se pudiera ofrecer un buen servicio con el menor número de trenes y lograr una sensible reducción en los gastos de operación.

En el aspecto de construcción, se estudiaron y consideraron cuidadosamente los puntos conflictivos de las líneas, evitando al máximo, la inversión económica y las molestias que representan las desviaciones de tránsito durante la construcción. Asimismo, se analizaron detalladamente las ventajas y desventajas de las soluciones elegidas, comparándolas con otras alternativas de trazado y sistemas constructivos.

Por los conceptos expuestos, se deduce que las ampliaciones de la red, debieron adaptarse a las condiciones particulares existentes en nuestra Ciudad; normadas por las premisas planteadas desde su origen como son:

- a) Evitar el ingreso de los autobuses suburbanos y foráneos, al centro de la Ciudad.
- b) Descongestionar las zonas de mayor afluencia de vehículos de superficie.
- c) Permitir su adecuada integración con el futuro desarrollo de la red de tránsito dinámico.

Para cumplir con los objetivos señalados, el trazado de las líneas fue definido al considerar: la densidad demográfica; el uso del suelo; el origen y destino de los usuarios (obreros, empleados, etc.); las alimentaciones exteriores de procedencia urbana, suburbana o foránea; y los modelos de simulación internos y externos; de tal manera, se pronosticaron y ubicaron las necesidades más urgentes por resolver, para continuar con el desarrollo del Sistema de Transporte Colectivo, tendientes a completar la red del "Metro" en la Ciudad de México.

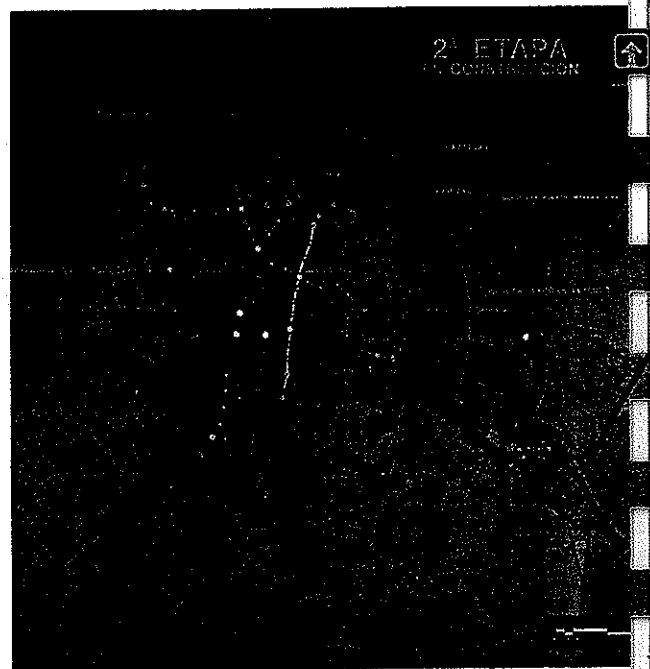
Proyecto de nuevas líneas y ampliaciones 1977-1987

Los resultados de los estudios de planeación dieron como resultado la alternativa de la 2a. etapa de ampliaciones del Sistema "Metro", constituida por las Líneas que a continuación se describen:

- a) Línea 3.— Ampliación Norte.— Su recorrido se inicia en el Muro Tapón ubicado en la prolongación de la calle Héroes (a la altura de la Avenida San Simón) y se prolonga hacia el Norte por la misma calle de Héroes hasta la calzada Vallejo; cruza la Glorieta La Raza y continúa por la Avenida Insurgentes Norte, pasando la Calzada Ticomán. Ubicándose la Estación terminal Norte, frente a los terrenos que anteriormente ocupaban los Estudios Tepeyac, en donde actualmente se localizan los talleres de mantenimiento de la línea.
- b) Línea 3.—Ampliación Sur.— A partir de la cola de maniobras de la Estación "Hospital General", continúa su recorrido hacia el Sur por la Av. Cuauhtémoc, hasta la Glorieta de Francisco Villa; para prolongarse por Av. Universidad, hasta el cruce con la Av. José Ma. Rico, en donde se localiza el Muro Tapón Provisional.
- c) Línea 4.—Descrita de Norte a Sur. Su recorrido es el siguiente: se inicia en la antigua carretera México-Pachuca y continúa por las Avenidas Inguarán, Sastrería y Francisco Morazán, hasta cruzar el Viaducto Miguel Alemán por la zona de Santa Anita.
- d) Línea 5.—Cruza la Ciudad de México de Oriente a Nor - Poniente. Desde la zona de Pantitlán, hasta el Instituto del Petróleo, en la segunda etapa de proyecto.

Su trazo se inicia en Av. Río Churubusco y Adolfo López Mateos continuando por la calle de Miguel Lebrija, cruza la Avenida de Hangares y parte de los terrenos del Aeropuerto Internacional, incorporándose a la Avenida Hangares. Sigue por dicha avenida hacia el Norte de Boulevard Aeropuerto, hasta unirse al arco Norte del Circuito Interior. Se desvía de Río Consulado tomando la dirección Noroeste por la calle de Paganini, cruza la glorieta Potrero, para proseguir por la Avenida de los 100 Metros, hasta llegar al cruce con la calle de Poniente 134.

- e) Línea 6.— Descrita de Oriente a Poniente. Se inicia en la calle de Poniente 134 inmediata a la Avenida de los 100 Metros (originándose de esta manera una Estación de correspondencia con la línea 5) continúa por Poniente 134 y cruza la Calzada de Vallejo donde se incorpora a la Calzada Azcapotzalco-La Villa, hasta aproximadamente 500 m. Después de la Avenida de las Granjas, donde prosigue en dirección Poniente por la Refinería de Azcapotzalco, cruza la Avenida Morelos y continúa por la calle de Mimosas, hasta desembocar en la Av. Aquiles Serdán, tomando el carril Norte de esta Avenida, hasta la calle de Tierra Colorada, en donde se dirige al Norte para ingresar a los terrenos que se encuentran dentro del conjunto habitacional "El Rosario" y en donde se ubican la Estación terminal y los talleres de mantenimiento.



El proyecto de la tercera etapa considera las ampliaciones de las líneas 1, 2, 3 y 5 además, la construcción de una nueva línea (7), las cuales son descritas a continuación:

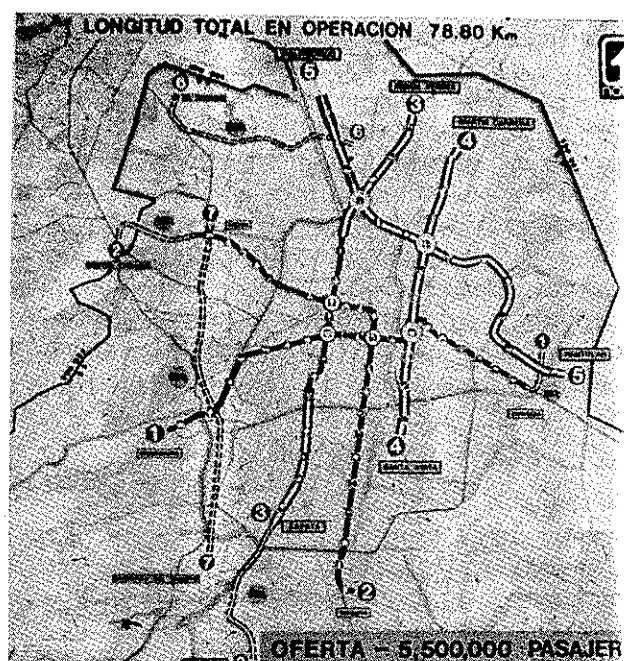
a) Línea 1 Nor oriente.—Ampliación de esta línea, de la zona actual de maniobras en Zaragoza, hasta conectarse con la línea 5 en Pantitlán; estableciendo así, una estación de correspondencia para ambas líneas. El trazo se localiza por la Calzada Ignacio Zaragoza hasta el cruce con Av. Churubusco, para tomar esta última hasta su intersección con la Calle Lic. Adolfo López Mateos, por la que continúa hasta su cruce con la Línea 5 y su terminación en la zona de maniobras.

b) Línea 2 Poniente.— Ampliación de esta línea hacia el Poniente, partiendo del tramo actual de zona de maniobras de la Estación "Tacuba". Continúa por las Calzadas México-Tacuba y San Bartolo Naucalpan, hasta los terrenos de la Escuela Militar de Transmisiones; en donde tendrá su estación terminal, zona de maniobras, depósito e intercambio a otros medios de transporte.

c) Línea 3 Sur.— Se inicia en el muro tapón de la zona de maniobras de la Estación "Zapata" y termina en la zona Sureste de los terrenos de la Ciudad Universitaria. Su trazo se localiza por la Avenida Universidad hasta un poco antes de la Avenida Copilco, cambiando su dirección hacia el Oriente en forma paralela a esta última avenida; posteriormente, a la altura de la Avenida Cerro del Agua, cambia su trazo hacia el Sur por la Calle de Dalías, hasta los terrenos de la Ciudad Universitaria en su parte Sureste; lugar en donde se implantará su estación terminal provisional, depósito e intercambio de medios de transporte.

d) Línea 5 Poniente.— Ampliación de la Línea 5 hacia el Poniente en una interestación por la Av. de los 100 Metros, hasta la Av. de las Torres, zona en donde tendrá su estación terminal provisional y su zona de maniobras.

e) Línea 7.— Descrita de norte a sur. Principia en intersección con la línea 2 en la Estación "Tacuba", sitio en donde hace correspondencia. Su trazo sigue por las Calles de Mar Okostk, Golfo México, Golfo de Aden, Lago Hielmar, Arquídes, Molino del Rey, Parque Lira, hasta hacer correspondencia con la línea 1 en la Estación "Cubaya" y continúa por la Av. Revolución, hasta la altura de la Calle Gustavo Campa, zona en donde tendrá su terminal provisional.



Es importante citar que se han manejado alrededor de cuarenta mil documentos, divididos estos en planos y especificaciones correspondientes a las áreas Arquitectura, Estructuras, Instalaciones, Mecánica de Suelos, Obras Hidráulicas, Vía y Topografía, Velocidad y Transporte. Todos ellos se encuentran actualmente archivados en el Banco de Información, bajo la coordinación y supervisión de la Subgerencia de Proyectos de esta Comisión.

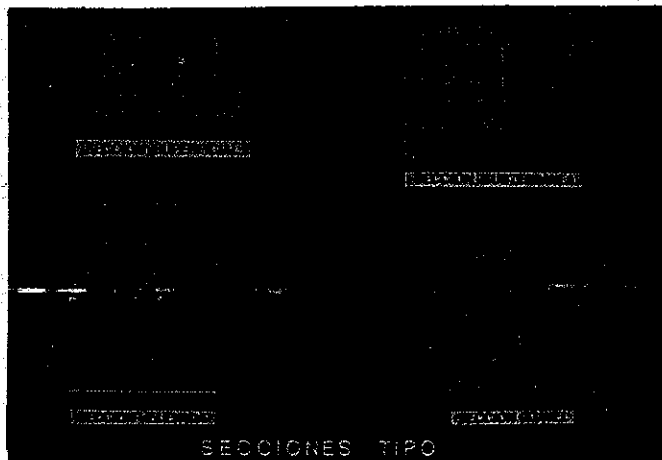
También hay que reconocer la importante labor de cerca de mil doscientos técnicos mexicanos, que colaboraron en la realización del proyecto del Sistema de Transporte Colectivo "Metro".

ALTERNATIVAS DE CONSTRUCCION

El tipo de solución constructiva está íntimamente ligada con los estudios de la Mecánica de Suelos, y con una serie de estudios socio-económicos tales como: Costo de Obra Civil por kilómetro; tiempo de ejecución de la Obra Civil; obstrucción de la vía pública durante la ejecución de la Obra; conservación de obras y equipos; mantenimiento de la vía; paisaje urbano, futura disponibilidad vial y libramientos viales perpendiculares inducidos. Esto da como resultado la elección de una gama de procedimientos constructivos que determinaron cuatro posibles soluciones para llevar a cabo las obras del Metro.

Es interesante describir en un panorama más amplio las características particulares de cada una de las soluciones adoptadas para la construcción del Metro, tales como:

- 4.2.1. Solución Superficial
- 4.2.2. Solución Subterránea en Cajón
- 4.2.3. Solución Elevada
- 4.2.4. Solución Subterránea en Túnel



4.2.1 Solución Superficial

Esta es una solución estructural constituida por una losa de concreto reforzado de 8.0m. de ancho y de muretes laterales de contención, la cual es desplazada sobre terreno previamente mejorado y a una profundidad aproximada de 1.30 m. para lograr de esa manera, una adecuada compensación de cargas.

Fue posible utilizar una solución del tipo superficial gracias a que ya existían avenidas con una sección transversal con las medidas suficientes para albergar tanto al sistema "Metro" como a las vialidades actuales, cuidando sustancialmente el paisaje urbano.



Fue necesario realizar estudios alternativos, ante las obras inducidas que se generaban y establecían una "barrera" que impedía la comunicación vial y peatonal, entre uno y otro lado de la Línea. Así como un análisis respecto al mantenimiento de las instalaciones férreas y electromecánicas que estarían expuestas permanentemente a la intemperie.

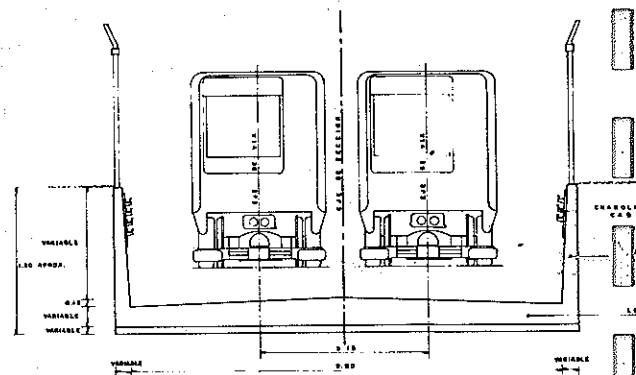


FIG.
SECCION TIPO SUPERFICIAL
EN ESCALA ADAPTACION DE METRO.

Con relación al proyecto geométrico para este tipo de solución, se analizaron los gálibos estático y dinámico del convoy, así como el conjunto de instalaciones electromecánicas e hidráulico-sanitarias para el sistema "Metro"; los espacios para los andadores; y el sistema de fijación de vía. Todos estos aspectos se analizaron en conjunción con las posibilidades de espacio y el requerimiento inicial de poder conservar las vialidades adyacentes.

Para el trazo, se estableció un mínimo de 200 metros para los radios nominales de curvatura en tramos con operación normal y para el perfil, la aplicación de las normas de proyectos al igual que en las demás soluciones que describiremos más adelante.

ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN SUPERFICIAL

El análisis de la solución es sumamente sencillo, ya que básicamente se trata de una losa que transmite al suelo las cargas de diseño de la siguiente manera:

	Peso propio losa
	Peso muros
	Peso herrería de protección
MUERTAS	
CARGAS DE DISEÑO	Balasto
	Vía, riel, barra, guía, andadores, etc.
	Trenes de Metro
	Tren de mantenimiento
VIVAS	Frenaje
	Impacto
	Aceleración
	Cabeceo, etc.

Asimismo para el diseño de los muros laterales, se toma en cuenta el empuje de tierras, el cual depende de la profundidad a la que se desplanta la estructura del Metro.

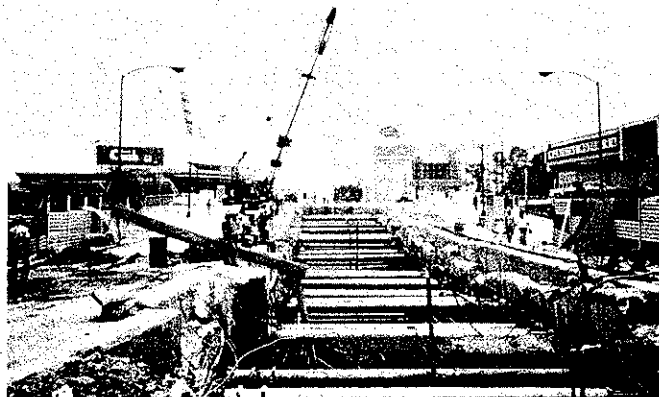
Los materiales que se consideran para el diseño fueron:

- Concreto de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de refuerzo $f_y = 400 \text{ kg/cm}^2$
- F.C. = 1.5

Finalmente para obtener una flexibilidad en el cajón superficial se determinó dejar juntas de contracción y dilatación a cada 2 metros en la losa, así como bandas de P V C cuyo fin es encauzar las filtraciones que se tengan a pequeños cárcamos contemplados en el proyecto.

4.2.2. Solución Subterránea en Cajón

La estructura destinada a la circulación de trenes de un sistema Metro para la ciudad de México, por experiencias ha sido la 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.



Las dimensiones horizontales y verticales del cajón son determinadas, implícitamente, al elegirse un proyecto de operación del sistema, puesto que en él se consignan las necesidades como: el número de vías; sus correspondientes entre vías; la localización de aparatos de comunicación y de enlace; las fosas de visita, depósitos de trenes, talleres, espuelas de comunicación, "Cola de maniobras", etc.

Ahora bien, los factores que intervienen en el dimensionamiento interno del cajón son:

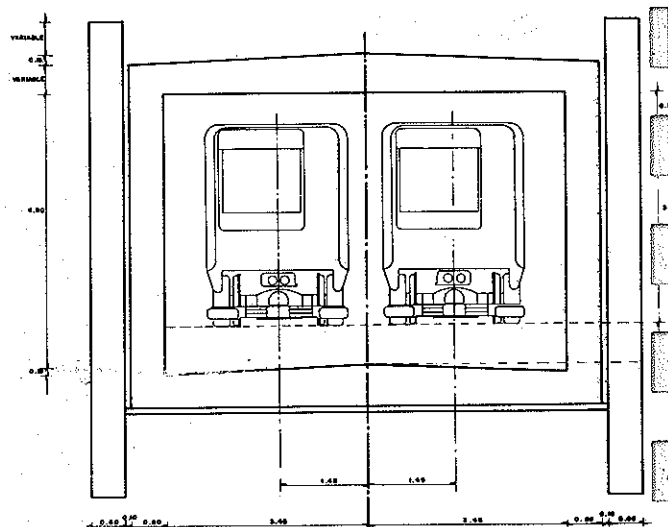
Para el gálibo horizontal: la distancia mínima de seguridad con trenes en movimiento proporcionadas por el gálibo dinámico; sistema de fijación de vía por utilizar; andadores para el personal de mantenimiento; características geométricas de las curvas; localización de aparatos de vía e instalaciones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

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

Dentro de las ventajas que este tipo de estructura subterránea proporciona, podemos mencionar; 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 cualquiera de sus modalidades; y, por ser subterránea, es posible proyectar cualquier tipo de sección transversal de acuerdo a los factores antes mencionados.

Dentro de las posibilidades técnicas que los estudios de Mecánica de Suelos proporcionan, es posible contar con soluciones tipo Cajón con las siguientes características:

Tipo de Sección	Entrevía	Gálibo Horizontal	Gálibo Vertical
Milán estructural para dos vías	2.90	7.20	4.90
Estructural con muros milán de acompañamiento para dos vías	2.90	7.20	4.90
Milán estructural para dos vías en fosa de revisión	4.20	8.90	4.90
Estructural con muros milán de acompañamiento para una vía.			4.80
Estructural con muros milán de acompañamiento para una vía.		4.80	4.90
Milán estructural para una vía.		4.80	4.90
Milán estructural en zona de rejillas de ventilación	2.90	7.20	5.90
En zona de estación	2.90	5.54	4.90



Los tramos en tangente y en curva, se trazan con radios nominales de curvatura mayores de 500 metros, modificándose el gálibo horizontal en curvas de radio nominal menor o igual a los 500 metros, con un incremento de 50 cm. hacia el lado interno de la curva y en toda su longitud. El gálibo vertical, también se modifica para las mismas condiciones de curvatura con un incremento de 25 cm.

Las estaciones son proyectadas sobre una tangente, tanto horizontal como vertical; con dos vías para estaciones de paso, con dos vías y tres andenes o con tres vías y dos andenes, para estaciones terminales.

Análisis del Cajón Subterráneo.

Teniendo en cuenta las características del suelo y los problemas del hundimiento de la ciudad, se han adoptado soluciones básicas para las estructuras subterráneas tipo "cajón", las cuales son descritas a continuación.

Cajón Convencional: es un cajón rectangular de concreto con muros de 1.0 m. de espesor, losa inferior de 0.80 m. y losa superior de 0.60 m. aproximadamente. Construido dentro de una excavación a cielo abierto con profundidad máxima de 7.0 m. Los taludes de la excavación son diseñados de acuerdo con las características de los suelos. Este tipo de estructura suele utilizarse en avenidas o calzadas cuya amplitud permite la construcción a cielo abierto.

Cajón con Muro Ademe y/o Muro Estructural: es también un cajón rectangular con la adición de muros laterales diseñados para la contención del terreno durante el proceso de excavación del núcleo. Esta solución se aplica cuando tenemos restricciones de espacios laterales a la sección transversal del Metro.

Para el análisis y diseño de las estructuras se aplica el Reglamento para Construcciones del Departamento del Distrito Federal, excepto en los casos donde el tipo de estructura en estudio queda fuera del alcance de dichas especificaciones. Para estas situaciones se emplean otros reglamentos, tales como: ACI; AISC; ASTM; AASHO; AWS; Especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

En general se utilizan métodos de diseño al límite el proporcionamiento de los distintos elementos de concreto y métodos elásticos para los elementos de acero estructural.

En las líneas y en las estaciones se emplea concreto con resistencia $F'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, que es la mínima especificada para estructuras. Este tipo de concreto se usa debido a que los espesores de losas y muros son considerables por necesidades de compensación del peso del terreno excavado.

En general se emplea acero de refuerzo de alta resistencia, con límite elástico mínimo de 4,000 kg/cm². Las principales cargas a considerar durante la construcción son:

Los empujes de tierra y los hidrostáticos, que dependen de la profundidad de la excavación.

Las sobrecargas ocasionadas por edificios vecinos a la construcción, así como por el equipo de trabajo y material almacenado, tienen gran importancia.

SISMO

Los efectos de sismo son motivo de estudios especiales. En dirección longitudinal a la línea no se toma en cuenta ya que el cajón tiene la suficiente flexibilidad para absorberlos. Para el cruce de zonas de transición, de terreno compresible a terreno firme, y con base a estudios realizados para el túnel de tránsito rápido de la Bahía de San Francisco Cal. que cruza la falla de San Andrés, se decidió dejar juntas entre los tramos del cajón con el objeto de minimizar los efectos que pudiera provocar el sismo en estas zonas.

En dirección transversal a la línea se hizo un análisis sísmico simplificado considerando el anillo cerrado con la fuerza del sismo aplicado en el cabezal.

La posibilidad de hundimientos diferenciales en las líneas y en las estaciones es también motivo de estudio. Originalmente se había previsto dejar juntas a cada 20 ó 24 m. Posteriormente se vió que no eran necesarias, ya que las estructuras tienen suficiente flexibilidad para absorber los hundimientos calculados sin necesidad de juntas. Sólo se dejan juntas entre el cajón y las estaciones y en los cambios de sección.

Aparentemente, la estructura no es flexible, sin embargo la relación de longitud a peralte resulta sumamente elevada. En el cálculo de los hundimientos se reducen al producirse una mejor distribución de cargas.

Para el análisis de las estructuras se supone un comportamiento elástico, y también se ha tomado la geometría del cajón como la de un anillo rectangular.

Se consideraron cargas verticales de peso propio, rellenos, carga viva, etc., empujes horizontales del terreno e hidrostáticos, sobrecargas por tránsito paralelo y transversal a la línea de un camión H-20-516, por edificios cercanos, y finalmente por efectos de sismo en dirección transversal a la línea.

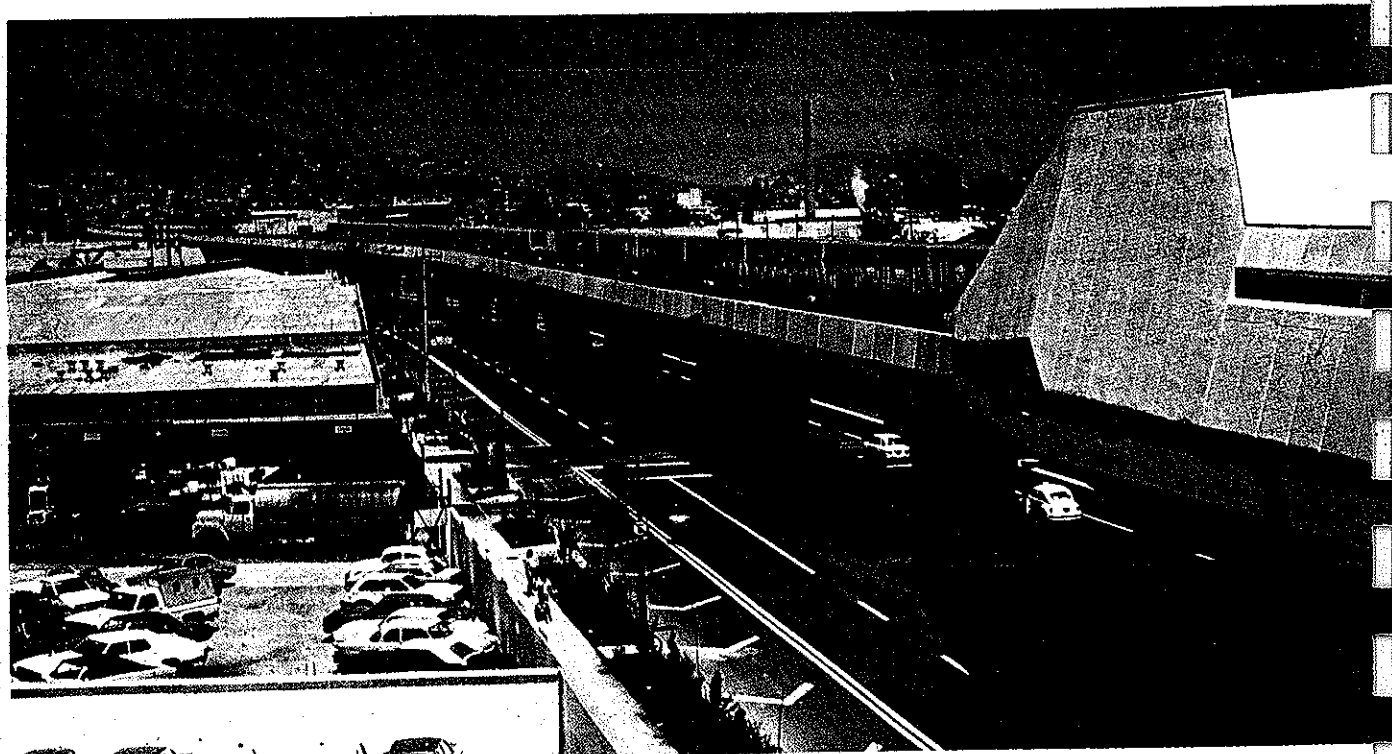
Las estructuras de las estaciones son las más complicadas en cuanto al análisis se refiere, debido a fuertes asimetrías, sobrecompensaciones, problemas de troquelamientos de excavación, etc.

El diseño de los elementos de concreto reforzado se hace de acuerdo con la teoría de diseño al límite.

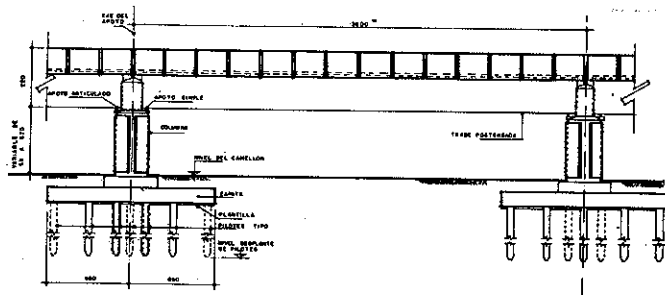
Los factores de carga comúnmente usados, son 1.4 para cargas permanentes y 1.1 para los accidentes con un factor adicional de 1.2 para aquellos elementos que pudieran fallar a la compresión.

4.2.3 Solución Elevada.

La existencia de instalaciones municipales de considerables dimensiones a lo largo del trazo de la línea 4 del Metro, hizo necesaria una evaluación de costos entre el sistema tradicional de "cajón" y la posibilidad de implementar una estructura elevada que eliminara la necesidad de realizar desvíos de instalaciones municipales y que a su vez permitiera el libre paso de las vialidades transversales y longitudinales así como de las vías de ferrocarril. Todas estas características se mostraban como bondades del sistema elevado, por lo que la decisión resultaba obvia.

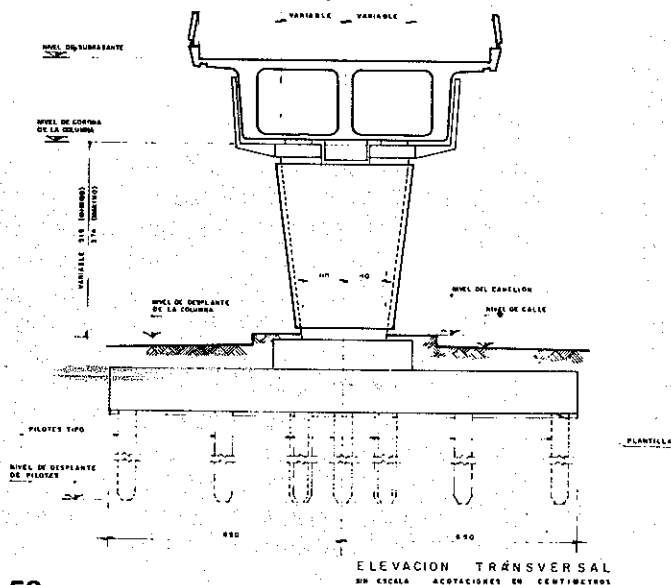


La solución que responde a los factores ya descritos, y que finalmente se adoptó, está constituida por zapatas macizas de concreto reforzado apoyado en pilotes de fricción, una sola hilera de columnas en sentido transversal y vigas de concreto postensado en sección, cajón con un claro entre apoyo desde 35 m a 45 m. aproximadamente. La unión entre vigas y columnas se logra mediante apoyos de neopreno reforzados con placas de acero.



ELEVACION LONGITUDINAL
EN ESCALA ACOTACIONES EN CM

Para el claro típico de 35.0 m. las zapatas de cimentación tienen dimensiones del orden de 13.0 x 13.0 m. espesor de 1.20 m. y un dado de repartición de carga de 3.80 x 4.0 m., de 0.80 m. de peralte. El número de pilotes varía de 20 a 30 según las propiedades del terreno bajo cada zapata, con una longitud promedio de 27.0 m. en dos tramos precolados. Se dejaron preparaciones para colocar pilotes de control en las esquinas, que servirán para restituir la verticalidad a la estructura en caso de que sea necesario.



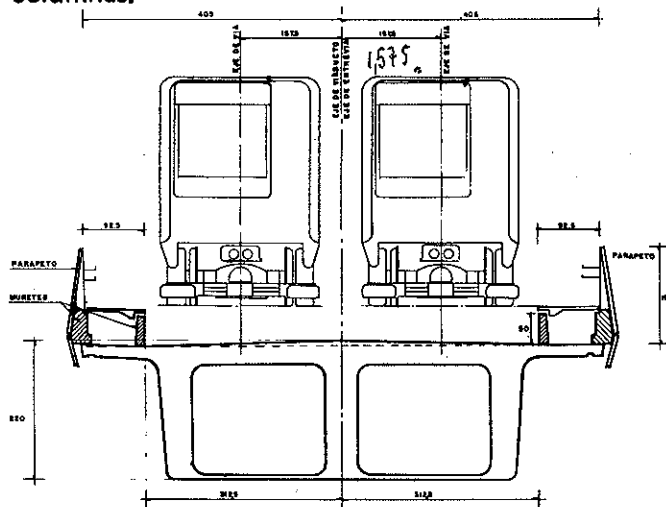
ELEVACION TRANSVERSAL
EN ESCALA ACOTACIONES EN CENTIMETROS

Las dimensiones de la columna en el extremo superior están gobernadas en una dirección, por el espacio necesario para las operaciones de postensado en la otra por el ancho entre apoyos de la trabe postensada. Para absorber adecuadamente los efectos de sismo y cabeceo del tren en dirección transversal, la sección obtenida por requisitos estructurales en la base, es de menores dimensiones y por razones arquitectónicas, se optó por hacerla de sección variable reduciéndola del extremo superior a base, dando como resultado el dimensionamiento de columnas de 2.40 x 3.65 m. en el extremo superior con una altura de 5.44 m. a partir del dado de repartición de carga. Foto 7



En los tramos en tangente, las trabes postensadas tienen 3.65 m. de ancho total en la parte superior incluyendo los parapetos con voladizos simétricos; ancho en la parte inferior es de 5.55 m. El cajón tiene tres nervaduras unidas entre sí por dos diafrámas extremos y dos intermedios; el peralte total es de 2.20 m. En las estaciones, el ancho total aumenta a 14.50 m. para dar cabida a dos andenes laterales. El cajón en este caso tiene 4 nervaduras unidas por diafrámas extremos y 4 intermedios; el peralte total es también de 2.20 m.

La transmisión de la fuerza cortante en dirección transversal a la línea se logra mediante un dentellón que sobresale de los diafragmas extremos de las trabes y encaja en una preparación dejada al colar las columnas.



El espacio necesario para la libre circulación de dos trenes, fué analizado tomando en cuenta el gálibo dinámico del convoy en operación normal para tramos tangentes y para zonas de curva, estableciendo velocidades de operación máxima de 75 km/h. y radios de curvatura mínima de 300 m. de tal manera que nos permitiera conservar una sección transversal uniforme a lo largo de la Línea; el resultado fue utilizar una entrevía de 3.15 m. en tangente y 3.35 m. en curva.

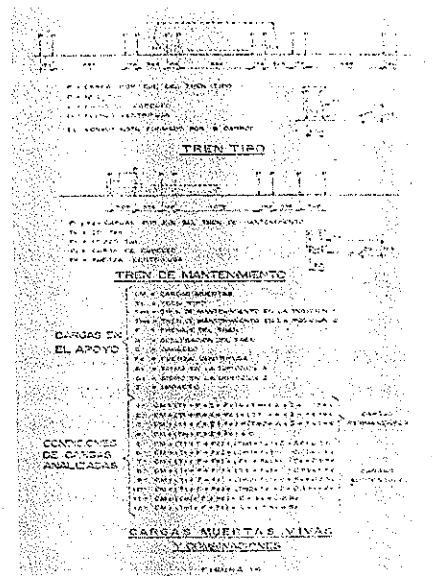
Para el caso de vías de comunicación entre líneas se proyectó una sección elevada para una sola vía con velocidad de operación de 25 km/h., radios de curvatura de 55.0 m. y andadores en ambos lados.

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA ELEVADA

La estructura del Metro se verá solicitada por diferentes efectos que se pueden enumerar como:

- Cargas muertas (peso propio, parapetos, balasto, vía, riel, barra guía, andadores, etc.)
- Cargas vivas (trenes de metro, trenes de mantenimiento, frenaje, impacto, fuerza centrífuga en curvas, aceleración, cabeceo, etc.)
- Cargas accidentales (viento y sismo).
- Efectos de temperatura y contracción del concreto.

En la figura siguiente se anotan los valores de las solicitaciones para un tramo en tangente con un claro típico de 35 m. entre apoyos, así como las diferentes combinaciones de carga consideradas.



SISMO

Para tomar en cuenta los efectos sísmicos, la estructura fue analizada empleando los lineamientos marcados por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, así como el desarrollo de unos modelos matemáticos propuestos en 1965 por el Dr. Octavio Rascón, Investigador del Instituto de Ingeniería. De acuerdo con el Reglamento se puede emplear para la estimación de las fuerzas sísmicas a que se verá sujeta la estructura, el método estático de análisis o bien un método dinámico basado en modelos matemáticos. En este caso se emplearon tanto el método estático como el dinámico, con objeto de comparar los resultados obtenidos.

La estructura se desplantará en su mayor parte en la zona de alta comprensibilidad de la ciudad que es la zona III del Reglamento. Dado que más del 50 % de la masa está concentrada en el extremo superior y que posee un solo elemento para resistir el mismo en dirección normal a la línea, la estructura se idealizó como péndulo invertido.

Para la obtención de efectos sísmicos se consideraron una serie de condiciones y tipos de carga, pues la estructura estará sometida a cargas vivas de tren tipo y de tren de mantenimiento, por lo que fue necesario considerar qué posiciones de ambos tipos de tren eran la más desfavorables desde el punto de vista sísmico.

Para finalizar, dada la importancia de la estructura y en base a los comentarios anteriores, se debe incluir el efecto de la interacción dinámica suelo-estructura en el diseño de la estructura elevada del "Metro", ya que de no considerarse, los elementos mecánicos de diseño resultarían un 20 % menores de los empleados, lo que podría perjudicar a la estructura, ante la sollicitación de un sismo intenso y que ocasionaría por lo menos, la suspensión del servicio por deficiente comportamiento de la estructura.

4.2.4 Solución Subterránea en Túnel.

La posibilidad de construcción del Metro, en túnel, resultó una necesidad, ya que tanto la ampliación sur de la Línea 3 como la construcción de la nueva Línea (7) se localizan sobre avenidas importantes con una alta densidad vehicular. Por eso una solución subterránea en cajón no era conveniente, ya que originaría desvíos de tránsito y se incrementaría el ya caótico problema de tránsito en la Ciudad de México.

La profundidad de los túneles fue definida por dos conceptos fundamentales de gran interrelación: el techo mínimo para llevar a cabo un procedimiento constructivo seguro, según el tipo de suelo; y la ubicación adecuada de los accesos a las estaciones, de tal manera que los usuarios no recorrieran grandes profundidades.

Con el fin de poder conocer las propiedades mecánicas del subsuelo en las zonas donde se construirá el

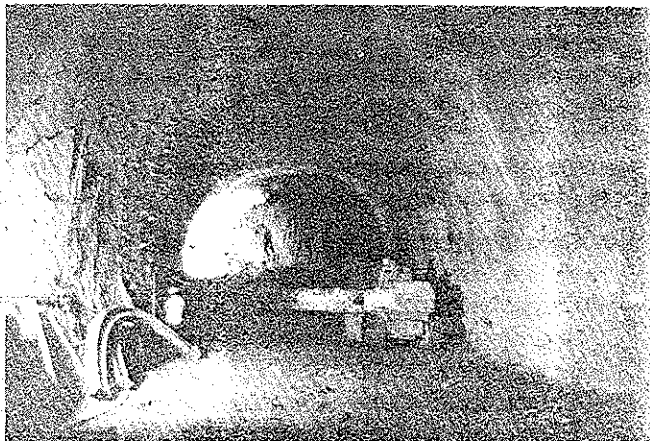
Metro, se procedió a efectuar sondeos de exploración a cada 100 m., de las cuales se extrajeron dos tipos de muestras: alteradas e inalteradas.

Las muestras alteradas se obtuvieron hincando a presión tubos muestreadores de pared gruesa de 3.5 cm. de diámetro interior y 5 cm. de diámetro exterior.

Las muestras inalteradas se obtuvieron hincando a presión tubos muestreadores de pared delgada tipo shelby de 10 cm. de diámetro interior. Cuando la consistencia del subsuelo no permitió el hincado de los tubos anteriores, se utilizó el barril denison, hincado a presión y rotación, con el cual se tomaron muestras de 10 cm. de diámetro.

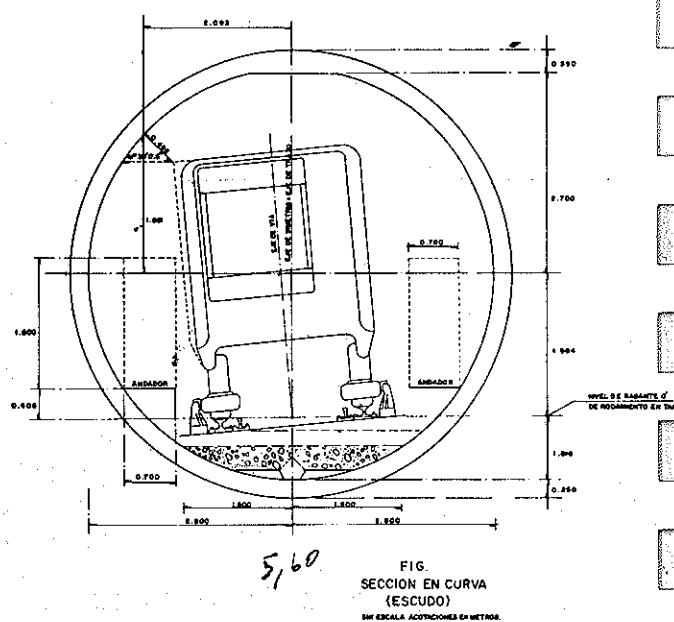
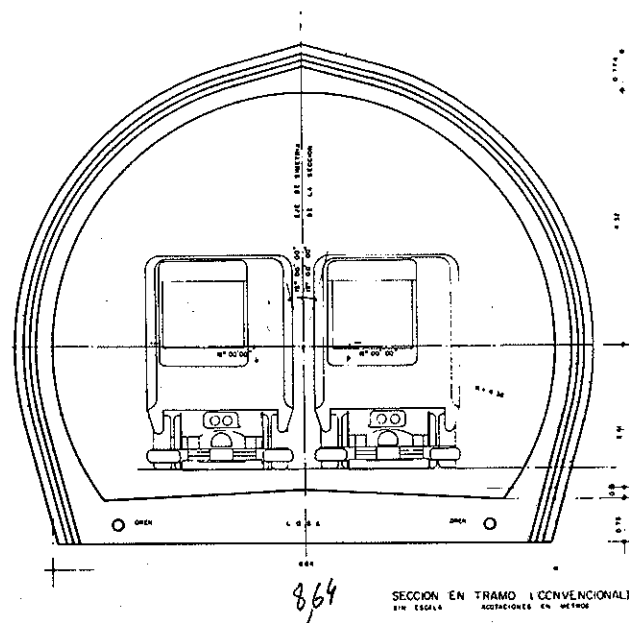
El estudio estratigráfico decidió alojar el túnel en los suelos duros, estableciéndose una distancia mínima entre la clave y nivel del terreno natural de 1.0 a 1.5 veces al diámetro de la sección excavada.

La geometría de las secciones fue definida por las siguientes consideraciones: los gálipos dinámicos y estáticos del convoy y sus instalaciones; la estabilidad de la sección durante la construcción, considerando el período que transcurre entre la excavación y el colado del revestimiento definitivo; y el comportamiento de la estructura ante las cargas que le transmite el terreno. Foto 8.



Bajo estas condiciones, la sección interior del túnel para tramos interestación, se diseñó utilizando una sección circular de 8.64 m. de diámetro, intersectada en su parte inferior por una losa a una distancia de 2.41 metros del centro geométrico de la sección; siendo estas las dimensiones que rigieron el diseño de las demás secciones y en función de los requerimientos de espacios se diseñaron las siguientes.

Tipo de Sección	Radio	Entrevía	Gálibo Horizontal	Gálibo Vertical
Para estación Doble túnel, dos vías dos andenes laterales	4.32	4.00	15.54	6.73
Un solo túnel, dos vías dos andenes laterales.	6.582	2.90	14.664	9.302
Un solo túnel, una vía un andén.	4.32		8.64	5.83
Para tramos Túnel transición de tramo a estación de doble túnel	4.65	4.00	9.32	6.542
Sección en tramo convencional.	4.32	2.90	8.64	6.88
Sección túnel circular p/escudo.	4.32	2.90	8.64	8.14
Sección fosa de visita	4.65		9.34	6.392
Sección para tramo en zona de aparato de vía	4.32	2.90	8.64	6.88
Sección túnel circular en curva p/una vía.	2.80		5.60	5.060
Sección herradura para una vía	3.00		6.00	5.46
Sección para nicho de subestación	3.00		6.00	5.31
Sección para acceso de lumbrera a túnel	3.00		6.00	4.14
Sección para nicho de P.R.	2.00		4.00	4.10



Análisis del Túnel.

Uno de los criterios de valuar las presiones actuantes en los túneles antes y después de excavados o antes y después de ser revestidos, es el método empírico o semi-empírico, realizado con el fin de llegar a determinar las presiones que van a actuar sobre la sección del túnel y que puedan aplicarse con la información usualmente disponible y que concuerden y recojan las experiencias de construcciones y las mediciones de comportamientos antes efectuados.

El método empírico tiene como fin estimar las cargas exteriores que van a gravitar sobre el ademe ya sea temporal o definitivo.

El método que más se ha apegado a la realidad de acuerdo con la experiencia con que se cuenta hasta esta fecha, es el llamado "Método de Terzaghi", el cual se describe a continuación:

Método de Terzaghi.

Este método se basa en su concepción teórica, principalmente en los fundamentos del arqueo de los suelos. Define la carga vertical de suelo sobre el túnel como la masa de material que tendería a caer desde el techo de no ser soportada. La carga que actúa sobre el ademe depende en cierta medida del estado de esfuerzos existente en la masa de suelo, antes de excavar la sección del túnel.

Otros métodos para valuar la presión vertical actuante sobre la sección del túnel son los desarrollados por Protodyakonov y por Bierbaumer.

Método de Protodyakonov

Este método de valuación de fundamento también en ideas de arqueo ha sido desarrollado para materiales granulares, si bien su utilización se ha extendido a rocas y a otros tipos de suelos con buenos resultados para la práctica rusa, que es la que mayor uso ha hecho del método.

Método de Bierbaumer

Este método se ha desarrollado durante la construcción de grandes túneles Alpinos y su teoría consiste en considerar que la carga que actúa sobre el túnel, corresponde al peso del material que queda comprendido en el interior de una parábola.

Instrumentación.

Con objeto de certificar la magnitud y variaciones los movimientos horizontales y verticales que se producirán en el subsuelo antes, durante y después de realizar la excavación del túnel, en la zona inmediata a la excavación y las áreas adyacentes; se implanta una instrumentación que permitió determinar la magnitud, variaciones de dichas deformaciones y presiones del subsuelo. Para ello se instalaron tipos de aparatos de instrumentación, a saber:

- A) EXTENSOMETROS. Para proporcionar deformaciones durante la excavación del túnel.
- B). INCLINOMETROS. Para medir los movimientos horizontales en la zona inmediata a la excavación del túnel.
- C). BANCOS DE NIVEL. Para registrar los asentamientos del subsuelo y las áreas adyacentes a la excavación del túnel.
- D). SECCIONES DE CONVERGENCIA. Para medir las deformaciones interiores durante la excavación de la sección.

Los procedimientos empleados en la construcción del túnel después de haber dividido el mismo en 5 zonas, de acuerdo a las propiedades del subsuelo y de acuerdo a las teorías expuestas son:

Zona 1.— La excavación del túnel se realizará con un escudo de frente abierto. El diámetro exterior de este escudo será de 9.14 m.

Zona 2.— Sin marcos. La excavación del túnel se hará por medio de un banqueo, dividiéndose la sección transversal del túnel en dos secciones: sección media superior y sección media inferior.

La longitud de avance máximo será de 1.20 m. y el avance de banco será de 2.40 m.

El recubrimiento provisional será de concreto lanzado de 25 cm. de espesor con doble malla electrosoldada del tipo 6" x 6" 4/4. En la sección media inferior se construirán zapatas de apoyo de 0.80 x 0.40 m.

Con marcos metálicos. La excavación del túnel se efectuará por medio de un banqueo dividiendo la sección transversal del túnel en dos secciones.

La longitud de avance máximo y de avance de banco será similar a la indicada para la zona anterior.

El recubrimiento provisional será con marcos metálicos, concreto lanzado de 15 cm. de espesor y una malla electrosoldada. También deberán construirse zapatas de apoyo al marco de 0.80 x 0.40 m. en la sección media inferior.

Zona 3.— La excavación del túnel se efectuará a media sección por medio de un banqueo. La longitud de avance será de 2.40 m. y el avance de banco 4.80 m.

El recubrimiento provisional estará constituido por concreto lanzado de 15 cm. de espesor y doble malla electrosoldada. En la sección media inferior se construirán zapatas de apoyo de 0.80 x 0.40 m.

Zona 4.— El procedimiento constructivo se realizará en forma análoga al indicado para la zona 3, a excepción de que el espesor de concreto lanzado será de 25 cm.

Zona 5.— La excavación se efectuará a media sección por medio de un banqueo, la longitud de avance máximo será de 2.40 m. El avance de banco será de 4.80 m. El recubrimiento provisional será con marcos metálicos y concreto lanzado de 15 cm. de espesor.

Como en esta zona existe arena pumita sobre la clave del túnel, será necesario colocar gunita con malla de gallinero o lana acanalada, con objeto de evitar caídas. En la sección media inferior deberán construirse zapatas de apoyo al marco.

CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL PROYECTO DE TRAZO Y ESTACIONES DE LAS LINEAS DEL METRO

Trazo

1. Planteamiento Preliminar.
2. Verificación de la Geometría Preliminar.
3. Elaboración del Proyecto Definitivo y Ubicación en el Terreno.
4. Proyecto de Perfil.

Una vez seleccionado el recorrido de la línea del Metro, se procede a realizar el *Planteamiento Preliminar* del eje de trazo mediante una poligonal gráfica llevada sobre planos fotogramétricos, tratando de colocar dicho eje en el centro aproximado de la calle o a cierta distancia de los paramentos, especificada por los estudios de Mecánica de Suelos. Esto permite colocar en forma semigráfica la posición de los puntos de apoyo para tangentes del trazo, valor de deflexiones aproximadas, así como el planteamiento de las curvas entre los tramos rectos y de esta manera proceder a la *Verificación de la Geometría Preliminar* que se refiere a localizar en el terreno los puntos obligados del trazo, para que con estos datos se afine el proyecto calculando las curvas reales de acuerdo con medidas lineales y ángulos verdaderos, y de esta manera se proceda a la *Elaboración del proyecto Definitivo*.

Para el *Proyecto de Perfil* se lleva a cabo una nivelación de precisión apoyada en los bancos de nivel profundo a lo largo del eje de trazo y sobrepuesta a éste, con objeto de conocer los niveles reales del terreno y en base a esta información iniciar el proyecto de perfil que se apoya en los siguientes criterios.

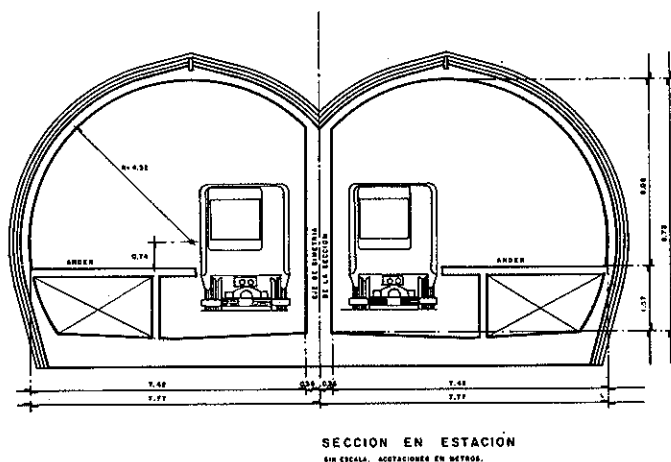
- Pendientes longitudinales máximas: 7 ‰
- Pendientes longitudinales mínimas: 01 ‰
- Relleno sobre el techo de la estructura de un metro en el hombro con objeto de localizar en este espacio las instalaciones municipales menores.

Estaciones

Según los nuevos criterios de diseño, el proyecto de las estaciones debe considerar los volúmenes de pasajeros correspondientes a la operación del sistema a plena carga, que es de 1,500.

Elementos constitutivos de las estaciones:

1. Zona de andenes donde el público aborda o desciende de los trenes.
2. Zona de acceso, sus diversas áreas dependen del tipo de estación, comprende:
 - Vestíbulo, escaleras y circulaciones.
 - Controles de entrada y salida de pasajeros (taquillas, torniquetes y portillones).
 - Cambio de andenes.
3. Zona de servicio que contiene los elementos que requiere la operación de la estación y son:
 - Subestaciones eléctricas para alumbrado normal y de emergencia.
 - Cuarto de operación.
 - Sala de telecomunicaciones.
 - Cuarto de servicios técnicos.
 - Cuarto de extracción de aire.
 - Cárcamo y cuarto de bombeo.
 - Tomas de aire.
 - Casa de máquinas para escaleras mecánicas.
 - Almacén y depósito de cascajo.
 - Sanitarios para empleados y operadores.
 - Espacios para publicidad y concesiones.
 - Local para inspectores.
 - Sala de relevadores.
 - Oficina del despachador (estaciones terminales).
 - Sala de descanso.



Cabe señalar que lo referente a los acabados exteriores e interiores, en las Estaciones del Metro, son mencionados en el capítulo correspondiente a la construcción de obras civiles.

IDENTIFICACION DE LINEAS Y ESTACIONES

La identificación de las Líneas ha sido una labor, en la que han puesto especial atención los Directivos y Diseñadores del proyecto.

Existe un símbolo diseñado especialmente para cada estación. La filosofía fundamental, es la de identificar gráficamente las zonas en que se localizan las estaciones.

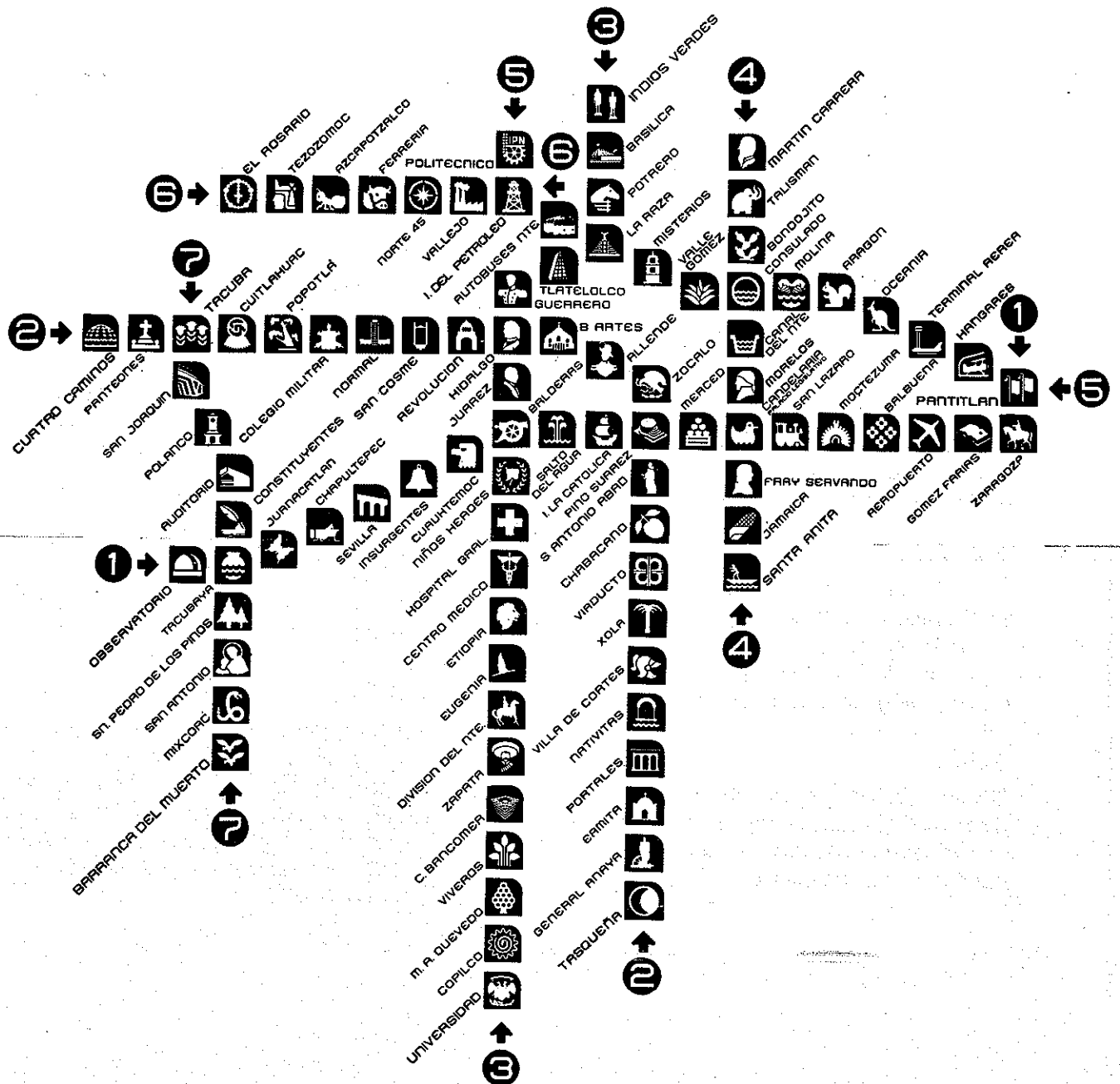
Con trazos sencillos, de fácil reconocimiento y sobre un fondo de color, también especialmente seleccionado para cada línea, se ha definido toda la señalización correspondiente a la construcción de la 2a. y 3a. etapa con la que habrán de orientarse los usuarios del sistema. Los colores que identifican a las líneas proyectadas son los siguientes.

- Línea 1.— Magenta
- Línea 2.— Azúl Cobalto
- Línea 3.— Verde Seco
- Línea 4.— Azúl Turquesa
- Línea 5.— Amarillo
- Línea 6.— Rojo
- Línea 7.— Naranja

El significado de cada símbolo utilizado en el diseño de la señalización para usuarios, se describe a continuación:



RED DEL SISTEMA



Ampliación Línea 2

Panteones.

Símbolo representado por la silueta de una cripta mortuaria, característica de los panteones que existen ya que en la zona donde se localiza esta estación, se encuentran ubicados varios panteones del D F

Cuatro Caminos.

Símbolo que representa la silueta de la estructura correspondiente a la cúpula del "Toreo de Cuatro Caminos", identificando el lugar en donde se encuentra situada la estación del Metro.

Línea 3

Indios Verdes.

Símbolo que se basa en las estatuas que representan a dos Reyes Guerreros Aztecas: Itzcoatl y Ahuizotl, conocidos como los "Indios Verdes", nombre que identifica esta estación de "Metro", localizada al norte de la zona Metropolitana.

Basílica.

Símbolo representado por la fachada lateral del nuevo Edificio de la Basílica de Guadalupe. La Estación queda ubicada sobre la Av. de los Insurgentes Nte. en la zona de influencia de la Basílica, lo cual decidió que se le asignara dicho nombre.

Potrero.

Símbolo basado en la silueta de un potrero, y que identifica a la zona conocida como "Potrero" donde se encuentra instalada la estación y que significa: "Lugar para la cría de ganado caballar"

La Raza.

Símbolo que trae consigo la silueta de la pirámide conocida como "Monumento a la Raza" la cual se encuentra próxima a la estación. Como referencia es punto importante de la zona. El símbolo está sobre fondo bicolor, por ser la estación de correspondencia con la línea 5.

Tlatelolco.

Símbolo representado por la fachada del edificio principal del conjunto urbano del mismo nombre donde se halla la estación.

Guerrero.

Símbolo representado por la Silueta del General Vicente Guerrero con el atuendo militar, de los hombres de la Independencia.— La estación encuentra ubicada en la colonia del mismo nombre.

Hidalgo.

Siluetas que simbolizan la imagen del Sacerdote y Patriota Mexicano "Padre de la Independencia" Nacionalista Benito Juárez, nacido en San Juan de los Ríos, Coahuila de Zaragoza (1806-1872), fue Presidente del Gobierno Liberal, de México, defendió la Legalidad de la República y dictó las leyes de Reforma en el año 1859. Estación situada a un lado de Av. Juárez, entre Balderas.

Juárez.

Busto del Político Mexicano conocido como "El Benemérito de las Américas" N. en Guadalupe, Benito Juárez (1806-1872), fue Presidente del Gobierno Liberal, de México, defendió la Legalidad de la República y dictó las leyes de Reforma en el año 1859. Estación situada a un lado de Av. Juárez, entre Balderas.

Balderas.

El Cañón, símbolo de la Estación, es la imagen de una de las antiguas piezas de Artillería que se conservan en el jardín de "La Ciudadela" adyacente a la estación, ubicada en la calle de Balderas, y que recuerda las luchas revolucionarias y la valentía con que el movimiento social superó los días amargos de la "Decena Trágica".

Niños Héroes.

Símbolo representado por la Guirnalda de Honor y el Kepi, atuendo militar de los Cadetes del H. Colegio Militar. La Estación se encuentra localizada en la avenida del mismo nombre.

Hospital General.

Símbolo universal representado por la "Cruz " que adoptan los nosocomios, la estación se localiza a un costado de conjunto hospitalario, conocido como "Hospital General".

Centro Médico.

"Caduceo", que representa el símbolo universal de medicina y que sirve para reconocer, gráficamente, la estación del "Centro Médico".

Etiopía.

Símbolo representado por la silueta de un León, que se identifica con el escudo del País Etiópico de África Oriental. A esta estación se le asignó el nombre de "Etiopía" ya que se encuentra localizada en el lugar conocido por "Glorieta de Etiopía".

Eugenia.

Silueta de una cigüeña que se relaciona simbólicamente con la palabra Eugenia que significa "La Bien Nacida", y cuyo nombre proviene de la Quinta Eugenia lugar que existió antiguamente en la avenida que hoy lleva su nombre.

División del Norte.

Símbolo que se basa en la imagen clásica del General Francisco Villa, Jefe Revolucionario de las fuerzas de la División del Norte y Líder de la asamblea de Convencionistas de Aguascalientes.

Zapata.

Símbolo representado por contorno del Busto de Emiliano Zapata, caudillo morelense que encabezó el movimiento Agrarista en la República Mexicana y quien después del triunfo de la Revolución de 1911, formulara el "Plan de Ayala".

Línea 3 Ampliación.

Centro Bancomer.

Edificio del "Centro Operativo" de la Institución Bancaria del mismo nombre, donde se lleva a cabo el control administrativo de todas sus sucursales en el país.

Viveros.

Nombre que se le asignó al antiguo rancho en Coyoacán zona donde se encuentra el parque Arbotum, adquirido por Miguel Ángel de Quevedo y en el que formó los "Viveros". Lugar que posteriormente cedió a la Nación y que todavía existe sobre la calzada que lleva su nombre.

Miguel Ángel de Quevedo.

"El Apostol del Arbol", ilustre Ingeniero Mexicano (1859-1946). Dedicó gran parte de su vida al cuidado e investigación de la flora, fue fundador de la Escuela Forestal y Jefe del Departamento Forestal de la Secretaría de Agricultura.

Copilco

Símbolo que representa una imagen que se basa por la influencia de la cultura Olmeca del período Preclásico medio (1100 a 600 A.C.) relacionada con la lluvia y fusionada con una serpiente acuática, que da como resultado una especie de dragón celeste, convertido más tarde en el "Dios del Agua".

Universidad

Símbolo en que se destacan El Condor y el Aguila, elementos del escudo oficial de la Universidad Autónoma de México, fundada en el año de 1551 (Real y Pontificia Universidad de México) y en cuyas proximidades a la estación se erige la Ciudad Universitaria.

Línea 4

Martín Carrera

Militar nacido en Puebla en 1806. En 1853 fue nombrado Gral. de División del Cuerpo de Artilleros por el General López de Santa Ana. También fue Senador (1844-45) Consejero de Gobierno (1846) y Consultor de Ministro de Guerra. El 15 de Agosto de 1855 fue electo Presidente interino, cargo al que renunció el 12 de Septiembre del mismo año. Murió en el año de 1871. Esta Estación se encuentra localizada junto a la colonia que lleva su nombre.

Talismán.

Gracias a los restos encontrados en las excavaciones actuales del Metro, se representa con la silueta de Mamut. Coincidentemente el elefante, descendiente directo del Mamut; es considerado en muchas partes del mundo como amuleto o talismán de buena suerte, si se le encuentra con la trompa hacia arriba. Característica que posee el símbolo de la estación.

Bondojoito.

Bonda o Bondo: Voz otomí, nombre que en cierta región del Estado de Hidalgo se le da al "nopal" conocido también por "Tapón Grande" o "Tapón Liso" porque sus pencas son grandes, gruesas y de color plumizo pálido. Con los nombres "Bonda o Bondo" los otomíes designaban y conocían al lugar que después ocupó Tenochtitlán, debido a que ahí existía este tipo de nopal. Un nopal es el que identifica a la estación.

Consulado.

Río que recoge las aguas de los ríos San Joaquín y de los Morales, que bajan de las lomas situadas al pie de la Sierra de las Cruces y que antiguamente desembocaban en la ciénaga de los Morales (restos del lago de Texcoco). Símbolo basado en la sección de un ducto que representa al río, actualmente entubado.

Canal del Norte

Símbolo representado por la sección de un canal que identifica a la calle conocida como Canal del Norte, lugar donde se encuentra localizada la estación.

Morelos.

José María Morelos y Pavón, nació el 30 de Septiembre de 1765 en Valladolid (hoy Morelia) y murió en San Cristóbal Ecatepec el 22 de Diciembre de 1815. De entre sus más brillantes hechos de armas: Resistió el sitio de Cuautla, por más de dos meses a las fuerzas de Callejas; después tomó las plazas de Oaxaca y Acapulco.

El 13 de Septiembre de 1813, instaló en Chilpancingo el primer Congreso en donde se extendió la célebre Acta en la que se declaraba la Independencia de la Nación, bajo las formas Republicanas.

Candelaria. (Palacio Legislativo)

El pato.—Símbolo del tradicional barrio que antiguamente era conocido como "Candelaria Macuitlapilco" y que desde fines del siglo XVI, como consecuencia del comercio de patos, propiciado por la afluencia de estas aves a las lagunetas que ahí existían, se llamó "Candelaria de los Patos".

Fray Servando.

José Servando Teresa de Mier, dominico, orador y escritor Mexicano, nacido en Monterrey (1765-1827), luchó denodadamente por la independencia de nuestro país. En el Congreso Constitucional de 1824 defendió la forma de gobierno centralista. Autor de Memorias "Historia de la Revolución de la Nueva España". Hoy lleva su nombre una estación del Metro en esta Línea.

Jamaica.

Mazorca de maíz, planta gramínea originaria de América, que se concentra para su venta en la zona cercana en lo que ahora se conoce como mercado de Jamaica. Sitio en lo que actualmente se encuentra la estación del mismo nombre.

Santa Anita.

Nombre con el cual se conoce el barrio y donde anteriormente se hacía el comercio de flores y legumbres, productos que transportaban los nativos en sus canoas al centro de la ciudad, por el canal que llevaba las aguas de la Laguna de Chalco, al Lago de Texcoco.

Línea 5

Pantitlán.

Sitio arqueológico de la Ciudad de México, localizado en la colonia del mismo nombre. Proviene de la voz Náhuatl "Pantli": Bandera y "Titlán": entre o sea "Entre Banderas", imágenes utilizadas como símbolo de la estación.

Hangares.

"Lugar o espacio para guarecer los aviones", símbolo basado en la silueta de una avioneta almacenada que identifica a la estación del mismo nombre.

Terminal Aérea.

Lugar donde se llevan a cabo entradas y salidas de vuelos, nacionales e internacionales. Localizada próxima a la estación del Metro, cuyo símbolo representa un avión y una torre de control.

Oceanía.

Uno de los cinco continentes del mundo comprende Australia y diversos grupos insulares del Pacífico Sur, cuyo símbolo representativo es el Canguro, figura que ha sido llevada al escudo Nacional de Australia. La silueta del canguro se ha tomado en cuenta, para representar a la Estación Oceanía.

Aragón.

Nueva zona urbana que abarca tierras y bosques de la antigua Hacienda de San Juan de Aragón y terrenos circundantes al Peñón de los Baños. Símbolo representado por una ardilla, característica de los bosques.

Molina.

Tiene su identificación por su cercanía en la Avenida Ing. Eduardo Molina, perseverante profesional Mexicano, nacido en la Ciudad de México, D.F. el 22 de Agosto de 1892. Apasionado por las obras hidráulicas municipales, proyectó, dirigió e inspeccionó las relativas a la Ciudad de México, como las obras de introducción de las aguas del Río Lerma. El símbolo está basado en una obra de David Alfaro Siqueiros cuyo tema central son unas manos proveyendo el líquido vital.

Consulado.

Descrita en la Línea 4. (Estación de Correspondencia)

Valle Gómez.

El maguey es una variedad de agave, de clima templado y de tierra árida, conocido comúnmente en los Valles de México; identifica a la estación por la relación de apellidos compuesto de Valle Gómez.

Misterios.

La Calzada de los Misterios, se construyó durante la época colonial con objeto de comunicar la antigua población del Tepeyac con la Ciudad de México. Debe su nombre a la construcción en el año de 1676 de 15 torres de cantera, representativas de los 15 misterios del Rosario. Se ha utilizado la silueta de una de ellas, como símbolo de la estación.

La Raza.

(Descrita en la Línea 3)

Autobuses del Norte.

Símbolo basado en la silueta de un autobús foráneo, ya que la estación del Metro se encuentra situada próxima a la terminal de Autobuses del Norte.

Instituto del Petróleo.

Símbolo basado en la torre de un pozo petrolero. Elemento característico de las actividades de Petróleos Mexicanos, y del cual forma parte el Instituto del Petróleo, próximo a la estación del mismo nombre.

Politécnico.

Símbolo representado por el emblema del Instituto Politécnico Nacional, organismo de educación técnica superior, creado por el Presidente Lázaro Cárdenas en el año de 1937.

Línea 6

Rosario.

Símbolo representado por las cuentas de un Rosario, que sirve a los religiosos para practicar la oración. Este nombre se identifica con la zona "El Rosario" donde se encuentra ubicada la estación.

Tezozomoc.

Nació en Azcapotzalco en 1427. Soberano de este Reino, gobernó durante 80 años, tuvo como tributarios a los Aztecas y sometió al señorío de Texcoco. Se utilizó la efigie de Tezozomoc como símbolo de la estación que lleva su nombre.

Azcapotzalco.

Formada al principio por dos grupos raciales, uno de origen otomí y otro de procedencia teotihuacana. Significa "Lugar de Hormigas" y es precisamente la silueta estilizada de una hormiga la que representa el símbolo de la estación.

Ferrería.

Lugar donde se procesaba el mineral de hierro y donde actualmente se encuentra el rastro para el sacrificio de ganado y venta de carne. El símbolo utilizado para la estación próxima a este lugar es la cabeza estilizada de una res.

Norte 45.

Es una calle de la Ciudad de México. El Norte, Sur, Este y Oeste son los cuatro puntos cardinales que junto con otros 28 intermedios conforman la llamada. "Rosa de los Vientos", tomada como símbolo de la estación.

Vallejo.

Una de las zonas industriales más importantes del Distrito Federal, localizada al Nor-Poniente de la Ciudad y cuyo nombre fue tomado para identificar a la estación.

Instituto del Petróleo. (Descrita en Línea 5)

Línea 7

Tacuba

Tlacopan, nombre en Náhuatl que significa "Planta Florida" y cuyo geroglífico se tomó como base para el símbolo de la estación del Metro.

San Joaquín.

Símbolo representado por la silueta de uno de los puentes de viaducto radial "Río San Joaquín" que se localiza cerca de la estación del mismo nombre.

Polanco.

Torrecilla de estilo barroco Libanés, que caracteriza a la zona Polanco y cuya silueta se tomó como símbolo para identificar a la estación del mismo nombre.

Auditorio.

Símbolo que en forma estilizada representa la fachada lateral del edificio del Auditorio Nacional, localizado a un costado de la estación del Metro.

Constituyentes.

Símbolo que representa la constitución redactada y firmada por los constituyentes de los años de 1824, 1857 y 1917, donde se sustentan las bases jurídicas y leyes que norman y rigen, la organización de la República Mexicana.

Tacubaya.

El cántaro, símbolo estilizado que identifica a la estación. Nombre que proviene del vocablo náhuatl que significa "Lugar donde se tomó el agua".

San Pedro de los Pinos.

Símbolo basado en la silueta de unos pinos que caracterizan la zona conocida como "San Pedro de los Pinos." Sitio donde se encuentra localizada la estación del Metro.

San Antonio.

Símbolo basado en el contorno de San Antonio de Padua, fraile que perteneció a la orden de los Franciscanos en el año de 1195 y que se representa con el niño y la aureola, símbolo de la inocencia.

Mixcoac.

Mixcoatl, nombre náhuatl que significa "Serpiente de Nube" composición de Mixtli, Nube y Coatl, Serpiente. Se le consideró como el dios estelar de la caza y la guerra. Su geroglífico se tomó como base, para el símbolo que identifica a la estación del Metro.

Barranca del Muerto.

Símbolo representado por la silueta de dos águilas en vuelo, que sirve como base para relacionar la zona de ubicación de la estación del Metro con la colonia denominada "Las Águilas".

AMPLIACION DEL PUESTO CENTRAL DE CONTROL UNIDAD 1

Tras la aprobación para desarrollar la ampliación de las Líneas 3 Norte, 3 Sur, 4, 5 y 6, surgió la necesidad de albergar las instalaciones de Tableros de Control Optico (TCO), Puesto Despacho de Carga (PDC), y demás equipos requeridos del mando centralizado que integran un Puesto Central de Control (P C C).

Ante esta necesidad, se analizaron las alternativas de construir un nuevo Puesto Central de Control (PCC) con la capacidad de centralizar la información, control y mando de las líneas propuestas y las restantes que visualiza el Plan Maestro, o la opción de absorber en el actual P C C las instalaciones y equipo necesario para la operación del sistema.

Una vez analizadas desde los puntos de vista, tanto de operación y seguridad del Sistema, como de tiempo, costo y características del equipo e instalaciones; se decidió adoptar la segunda alternativa, en la inteligencia de que se contaba con la factibilidad técnica y capacidad en espacio. Sin que esto signifique que la primera no sea adecuada y conveniente para las restantes líneas.

Los objetivos básicos para esta ampliación son: seguir manteniendo en esta segunda etapa, la centralización del equipo, mecanismo y demás elementos electromecánicos de información control y mando; aprovechar las instalaciones existentes, en cuyo diseño se contemplaron futuras ampliaciones para operar a "plena capacidad", preparaciones, ductos, trincheras y espacio existente; asimismo, tener una mayor eficiencia, facilidad, seguridad y flexibilidad en la operación. Coadyuvando todo esto al abatimiento en los costos de instalaciones, equipo y operación.

La decisión tomada, permitiría, al centralizar los tableros y controles en el actual Puesto Central de Control (P C C), balancear el tráfico de usuarios, sobrecargado actualmente, en ciertas zonas y estaciones. Por consiguiente, se podrá operar de manera más adecuada el sistema.

Con el objeto de satisfacer las necesidades que se plantearon para la operación de la ampliación de las líneas de Metro_ en su segunda etapa, se requirió la implantación de ciertas medidas en el Puesto Central de Control (P C C), como son:

En el 3er. nivel: la creación de dos nuevos locales para alojar baterías e incrementar el número de cables conductores de Baja Tensión.

En el 4o piso: la redistribución que permitirá albergar el conjunto de relevadores de los sistemas de mando; computadoras de tráfico; una sala de baterías y servicios complementarios.

En el 5° piso: la reubicación y ampliación de la señalización y control del Tablero de Control Optico (P C O) de la Línea 3; la instalación de los correspondientes a las líneas 4, 5 y 6 (uno por cada línea), de las adaptaciones de muebles al Puesto Despacho de Carga (P D C); la ampliación del área, la creación de cubículos y el diseño de los muebles para cada una de las líneas en el Centro de Comunicaciones (C C); así como la creación de oficinas y el diseño del mueble para el Jefe de Reguladores (J R).

En el 6° piso: la instalación de las computadoras de gestión; equipo de telecomunicaciones y conmutador; talleres y laboratorios; oficinas y servicios complementarios; para lo que fue necesario hacer una redistribución total en este nivel.

El Puesto Central de Control (P C C) involucra un conjunto de elementos e instalaciones que permiten centralizar la información y medios de control y mando; función para la que fue diseñado y para la cual dispone, en el marco de su ampliación, de:

- Un Tablero de Control Optico (T C O) para cada línea. Que permite observar en cualquier momento la posición de los trenes en circulación; la posición de los cambios de vía; el color de la luz de cada semáforo; e indicar si se está alimentando de energía a las Subestaciones de Rectificación (PR' s).

- Un pupitre al que llegan las líneas telefónicas y botones de mando, operado por un regulador de tráfico. En los extremos del pupitre, se encuentran empotrados los tableros de las máquinas programadoras.

- El Puesto Despacho de Carga (P D C), desde el cual se controla y verifica la cantidad de energía en las Subestaciones de Rectificación (PR' s) y Subestaciones de Alumbrado y Fuerza de las Estaciones.

- El Centro de Comunicaciones (C C), que cuenta con una red de telecomunicaciones que permiten al controlador informar y dar órdenes a los conductores de los trenes y jefes de estación tanto como mantener una comunicación rápida y segura; y asimismo le posibilitan a controlar el sonido en las estaciones.

- Computadoras electrónicas que ordenan las salidas y maniobras en las terminales, según un programa previamente establecido.

- El Jefe de Reguladores (J R) que programa las salidas y número de trenes, vigila y modera el control de todos los Tableros de Control Optico (T C O' s) y del Centro de Comunicaciones (C C): por cuyo conducto se toman las decisiones de mando en la operación.

- Y el equipo complementario como son:

Relevadores, Baterías y Cables Conductores de Baja Tensión.

Una vez en operación, todas las instalaciones y equipos que integran la ampliación de las líneas en su segunda etapa, conforman con los existentes, el conjunto de medios que permiten regular la circulación de los trenes y mantener una permanente comunicación con todas las estaciones, operadores de trenes, supervisores, inspectores y personal de talleres. De tal suerte que el regulador de cada línea tiene a su

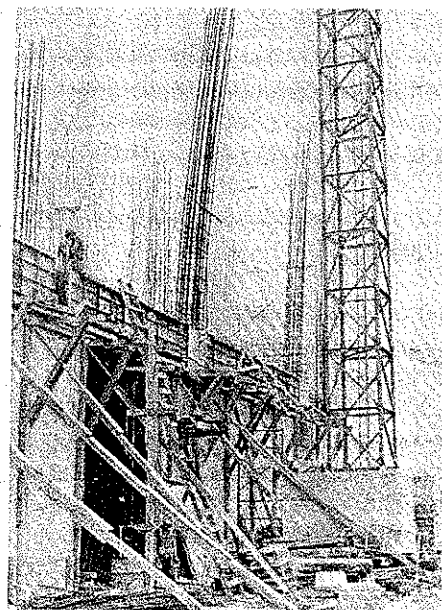
alcance, de una manera rápida, la información necesaria para su control.

Por otra parte, el complejo de instalaciones, equipos y computadoras, permiten liberar a las personas que regulan el tráfico, de las tareas rutinarias y mantenerlas disponibles para remediar incidentes de operación. Esto quiere decir que se han previsto ciertas posibilidades de intervención por parte del regulador de tráfico, con el objeto de responder a las exigencias de la operación.

El resultado final, es la centralización de informes y medios de control y mando, con el objeto de dotar al sistema de una mayor eficacia y prevenir cualquier perturbación del tráfico dándole facilidades de flexibilidad a la operación.

4.5.1 Puesto Central de Control Unidad II

La decisión de construir otro Puesto Central de Control (P C C II), obedece a la necesidad de dotar a la línea 7 y otras futuras (previstas por el Plan Maestro) de los elementos electromecánicos del mando centralizado requeridos; con el fin de concentrar la información, control y mando de las líneas, a partir de la 3a. etapa, hasta lograr su capacidad plena.



Para tal efecto se analizaron los siguientes aspectos: Factibilidad técnica, capacidad, costos, interconexiones, operación y seguridad del sistema; comunicaciones, interferencias, equipo, ampliaciones y ubicación.

Después de aprobada la decisión de construir el Puesto Central de Control II (P C C II), se estudiaron el número y longitud de las líneas y, considerando que su localización debe corresponder exactamente al centro de sus respectivas áreas tributarias, se determinó ubicarlo en el primer cuadro de la ciudad. Por este motivo, y dado que ya se contaba con un área suficiente, se ubicó en la manzana delimitada por las Calles de Luis Moya, E. Pugibet, Buen Tono y Delicias.

Otra ubicación hubiera repercutido en excesivas longitudes y costos de trincheras, ductos y cables para interconectar todas las líneas con el Puesto Central II (P C C II).

Para la concepción del edificio que nos ocupa, se consideraron en el proyecto los siguientes elementos:

- Una sala de mando y control de señalización y telecomunicaciones.
- Locales para elevadores del mando centralizado y del equipo de telecomunicaciones.
- Cableado de baja tensión.
- Ductos y trincheras para cableado entre las líneas del Metro y el Puesto Central de Control (P C C II).

En el diseño del P C C II, se previeron instalaciones y espacios arquitectónicos para operar una red de "Metro" de 137 Km. de longitud aproximadamente.

A partir de las necesidades básicas, se obtuvo el proyecto arquitectónico y se procedió al diseño de edificio.

La solución encontro su óptima satisfacción en un edificio formado por Planta Baja y Tres Niveles.

La Planta Baja se asignó a la subestación, mediante la que se alimenta de energía eléctrica a todos los componentes del edificio. Cuenta con una planta de emergencia, exclusivamente para iluminación; sala de Baterías cuya función es garantizar el suministro de energía a los equipos y un control de acceso al edificio.

El primer nivel aloja los cables conductores de corriente de Baja Tensión, que alimentan en su totalidad a los Sistemas del Mando Centralizado; a los de distribución de energía eléctrica; y a los de operación y telecomunicaciones; así como la permanencia para dar mantenimiento al equipo de aire acondicionado y el almacén del Puesto Despacho de Carga (P D C)

El segundo nivel habría de reunir a todos los equipos relevadores de los sistemas de Mando Centralizado; de telecomunicaciones y distribución de energía; así como las permanencias de Mando Centralizado (M C), telecomunicaciones y la oficina electromecánica de dicho Mando Centralizado.

El tercer nivel albergaría la Sala de mandos y control de señalización, en la cual se distribuyeron seis tableros de control óptico (uno para cada línea), el Jefe de Reguladores; seis cubículos que conforman el Centro de Comunicación (C C); oficinas para el personal del Puesto Despacho de Carga (P D C); de transportación y oficina para el Jefe del P D C .

La azotea se destinó para el equipo de aire acondicionado, Cuarto de Máquinas y Control de Motores.

Los demás servicios se localizan en diferentes partes del edificio, atendiendo a las necesidades de funcionamiento y operación tales como, sanitarios, montacargas, elevador, ductos para cables y aire acondicionado, circulaciones, vestíbulos, ductos y trincheras para el cableado entre el P C C y las líneas del Metro.

El Puesto Central de Control II habrá de permitir la centralización de informes y medios de control a partir de la línea 7 y hasta lograr su capacidad total, consiguiendo que el sistema opere con mayor eficiencia, facilidad, seguridad y flexibilidad.

La operación del Sistema es automática, se tuvo por objeto dotarlo del equipo más moderno y eficiente para garantizar siempre las mejores condiciones de operación.

TALLERES DE MANTENIMIENTO

Para la segunda y tercera etapas de ampliación de la red del Metro, fueron provistos dos nuevos talleres para dar mantenimiento tanto a los carros como a todos los equipos e instalaciones fijas especializadas. El primero de ellos, el Taller de Ticomán, que fue previsto para las líneas 3 y 4, está ubicado al Norte de la Ciudad, en el extremo de la línea 3 y cuenta con una superficie de 18.74 hectáreas. El segundo, el Taller de El Rosario, fue previsto para las líneas 5, 6 y 7 y está ubicado en el Norponiente de la ciudad en el extremo de la línea 6, con una superficie de 16.16 hectáreas.

Los carros del Metro, están sujetos a un riguroso programa de mantenimiento, el cual marca que al cumplir un recorrido de 6 000 a 8 000 km, los carros tienen que ser sometidos a una revisión de mantenimiento menor y al llegar a los 330,000 Km, los carros motrices y 400,000 los remolques son sometidos a la revisión general o mantenimiento mayor desmontando totalmente los sistemas y partes de trabajo mecánico o eléctrico, para ser reconstruidos y nuevamente armados con el más estricto control de calidad.

Cada uno de estos talleres cuenta con el espacio y las instalaciones necesarias para dar mantenimiento al total de carros y equipos en función de la longitud de las líneas a las que servirá, así como del intervalo entre trenes previsto para la operación, ya que con ello se determinan: el número total de carros por mantener, dato básico para conocer en un taller, el número de posiciones de estacionamiento requerido, el número de fosas para la revisión menor y la cantidad de equipos e instalaciones especiales para la revisión mayor.

Para lograr lo anterior, los Talleres Ticomán constar principalmente de las siguientes instalaciones:

4.6.1 Talleres Ticomán

Habiéndose realizado los estudios necesarios de localización de predios factibles para la instalación de estos Talleres, que por su magnitud deben cumplir las mismas funciones que los ya instalados en el extremo Oriente de la Línea 1 (Talleres Zaragoza) se llegó a obtener un predio de dimensiones tales, que permitiera llevar a cabo el sistema para contar con un fácil acceso, tanto de la línea del Metro, como de las vialidades circundantes.

El predio elegido, se encuentra en el extremo Norte de la línea 3, en la confluencia que forman las Avenidas Insurgentes Norte y Ticomán, con una superficie de casi 19.0 hectáreas, misma que por su forma trapezoidal, permite lograr el acceso por una de sus esquinas, aprovechando así prácticamente la totalidad del terreno.

Como se ha visto, todas estas actividades fueron encaminadas a determinar la mejor utilización de las instalaciones fijas de mantenimiento, para el óptimo funcionamiento del Sistema de Transporte Colectivo. Los servicios que se otorgan a cada una de las Líneas en operación se pueden concretar como lo indica la siguiente tabla:

Figura No. 3

SERVICIOS	LINEAS						
	1	2	3	4	5	6	7
Depósito	x	x	x	x	x	x	x
Mantenimiento de la Vía	x		x			x	
Plataforma de pruebas	x		x				
Mantenimiento menor	x	x	x			x	
Taller de zapatas y frenos	x		x				
Maquinado de durmientes	x		x				
Mantenimiento mayor	x		x				
Almacén General	x		x			x	
Edificio de Servicios Médicos	x		x			x	

Es de vital interés conocer los objetivos básicos que cumplen estos Talleres, por lo que serán descritos a continuación:

A) Mantenimiento Correctivo.

Este consiste en llevar a cabo las correcciones necesarias e inmediatas, de cualquier falla que impida el funcionamiento del convoy, antes, durante o después de su recorrido a través de la línea.

Para este servicio, se han previsto dos lugares en los cuales se podrá proporcionar dicho mantenimiento: Una fosa de revisión, normalmente instalada al extremo de la línea después de la estación terminal, (en este caso la de Indios Verdes), aprovechando una vía exclusiva para tal fin, donde es localizado y corregido el daño por personal especializado, quien efectúa los ajustes necesarios. En caso de requerirse cambio de piezas no disponibles en el lugar o necesitar el uso de herramientas especiales, el tren deberá ser conducido al Taller de reparaciones menores, denominado de Pequeña Revisión, este taller cuenta con todas las piezas o refacciones y con las herramientas necesarias para tal efecto.

B) Mantenimiento Preventivo.

Este mantenimiento consiste en la revisión y ajustes periódicos de los elementos o partes de corta durabilidad, y se lleva a cabo en los Talleres denominados de Pequeña Revisión.

La frecuencia de las operaciones preventivas de revisión y ajuste en el material rodante, es de 18 veces al año (una periodicidad del orden de 20 días), correspondiente a un recorrido de 6000 a 8000 Km.

Dado que las intervenciones de inspección y corrección rutinaria menor, ocupan una fosa y su equipo durante un turno de trabajo, y que la dotación de trenes por línea variará entre 10 y 50, se requieren de 1 a 3 fosas por línea para cubrir satisfactoriamente con tal propósito.

C) Reconstrucción.

Estas actividades básicamente consisten en llevar a cabo una reconstrucción general del convoy. Cuando la posibilidad de fallas se incrementa importante en los carros motrices y remolques, son reparados en el denominado Taller de Gran Revisión (aproximadamente cada dos años y medio de operación). Para ello, se trabaja cada carro por separado, requiriéndose instalaciones de izaje y manipulación de unidades completas o de cada uno de sus subconjuntos.

Cabe señalar que un convoy esta compuesto por 9 carros, y estos pueden ser sometidos a las diversas operaciones de mantenimiento en un plazo máximo de 7 días.

Como hemos visto, estas tres actividades básicas son las que deberán conformar un taller de características, como las de los Talleres Ticomán. Sin embargo, esto no significa que no existan además otros servicios

conexos, tales como depósito de Trenes de Materia de Vía, de partes o refacciones, etc. De igual forma hay variantes en dimensiones y características; tal es el caso de talleres que cuentan sólo con alguno de estos servicios primordiales.

En el caso que nos ocupa, el programa arquitectónico de necesidades, fue resuelto de la siguiente manera

A) Servicios de Mantenimiento.



B) Servicio de Control.

B.1 Control de Operación.

B.2 Control de Energía.

B.3 Control de Administración.

A) Servicios de Mantenimiento.

A.1 Nave de depósito para 30 posiciones en 15 vías, agrupadas en haces de 5 vías c/u.

A.2 Nave de vehículos auxiliares para 3 posiciones en 3 vías.

A.3 Depósito de material de vía, con un área de 3.500 m².

A.4 Plataforma de pruebas o Talleres eléctricos con 3 subestaciones de rectificación, una grúa viajera de 20 tons. y vía de acceso.

A.5 Nave de Pequeña Revisión, mantenimiento menor, con once fosas y una vía de servicio; éstas agrupadas en haces de 3 vías c/u, una vía de lavado y una vía de sopleteado.

A.6 Nave de zapatas y frenos con una capacidad de producción de 3000 Pzas./mes.

A.7 Nave de Maquinado de durmientes con una capacidad de producción de 1150 Pzas./mes.

A.8 Nave de gran revisión o mantenimiento mayor con un cupo para 33.08 carros/mes y vía de prueba de una longitud de 550 mts.

B) Servicios de Control.

B.1 Control de Operación

B.1.1 Puesto de maniobras con espacio para un tablero de control óptimo (T C O) equipo de control automáticamente (reveladores) y cabina de observación.

B.1.2 Zona de peines de vía con capacidad de distribución de trenes en forma independiente, ya sea para acceso, salida o distribución interna.

B.1.3 Caseta de pilotaje automático para instalación de equipo de prueba.

B.1.4 Almacén General con capacidad de 30,000 m³.

B.1.5 Almacén de productos inflamables con capacidad de 650 m³.

B.1.6 Depósito de basuras industriales con un área de 150 m².

B.1.7 Vialidades internas y estacionamiento para 25 vehículos de servicio.

B.1.8 2 accesos de emergencia para carros de bomberos.

B.1.9 Previsión para acceso de nueva línea del sistema.

B.2 Control de Energía.

B.2.1 Caseta de acometida de Comisión Federal de Electricidad.

B.2.2 Subestación de rectificación con capacidad de 4000 kw.

B.2.3 Subestación Eléctrica con capacidad de 300 kva.

B.2.4 Grupo compresor y transformador con capacidad eléctrica de 6000 kw. y compresores de aire con capacidad de 27 m³/min.

B.2.5 Cisterna con capacidad de 210 m³.

B.2.6 2 Casetas de tracción capaces de energizar todos los peines de vías necesarios para la operación del taller.

B.3 Control de Administración.

B.3.1 Un acceso principal para control de vehículos y empleados.

B.3.2 Un acceso secundario para operadores.

B.3.3 Un acceso vehicular para transportes de carga.

B.3.4 Edificios de oficinas para el control administrativo de los almacenes generales.

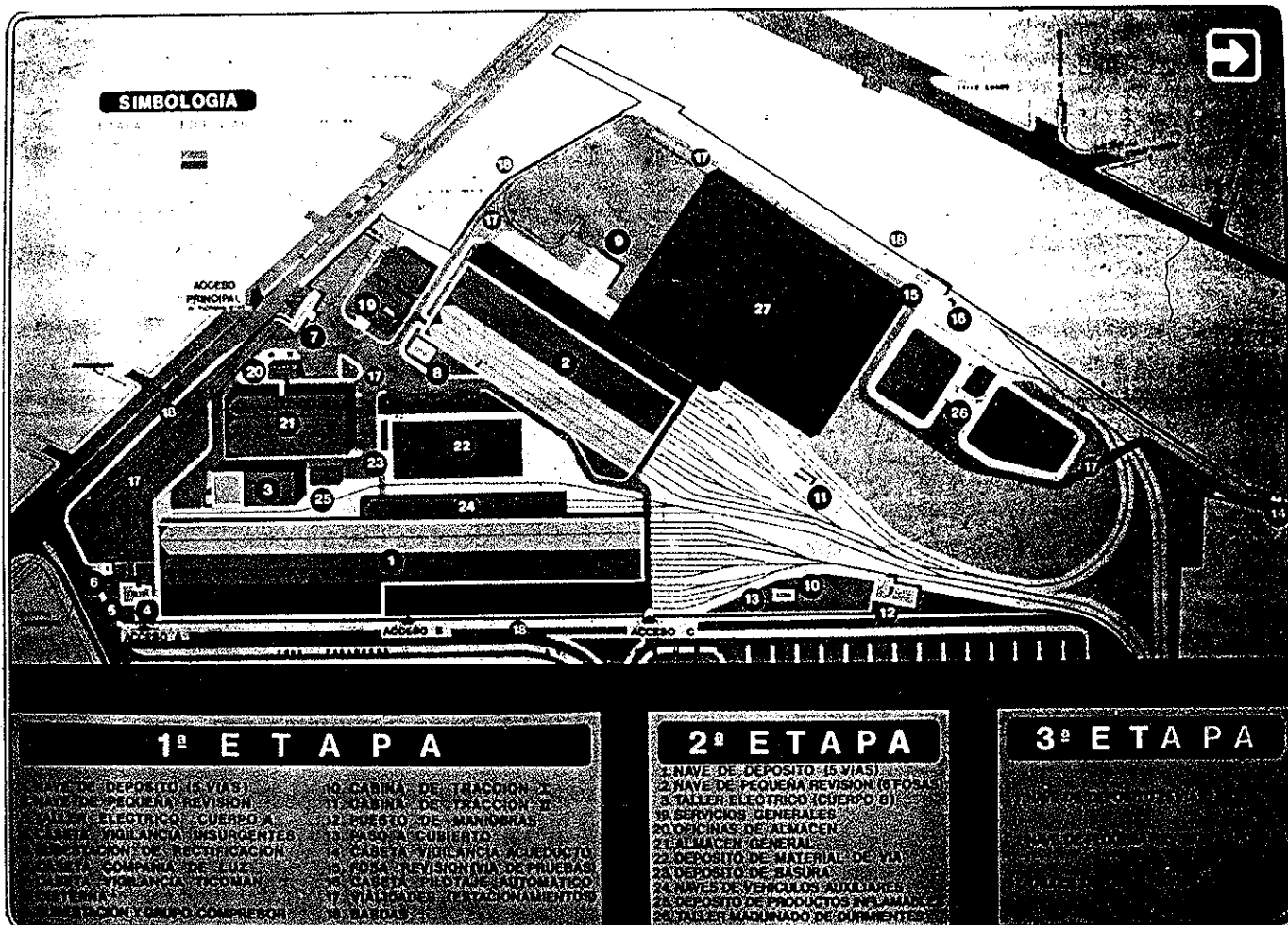
B.3.5 Edificio de oficinas para el control operativo del Taller de Gran Revisión.

B.3.6 Edificio de oficinas para el control administrativo del Conjunto de Talleres, incluyendo servicios de vestidores, regaderas, sanitarios, comedores, cocina y servicios médicos de emergencia.

B.3.7 Edificio de servicios médicos para consulta externa para 10,000 derechohabientes.

B.3.8 Estacionamiento para empleados con un cupo de 230 autos.

Como conclusión al desarrollo del programa arquitectónico antes descrito, se determinó el siguiente proyecto (Ver plano anexo).



Talleres El Rosario

El predio destinado a los Talleres está ubicado en los antiguos terrenos ejidales de la Hacienda El Rosario. Este colinda al sur con la Av. del mismo nombre; y al oriente y poniente con las calles San Carlos y Cananea, respectivamente.

El acceso a los talleres se realiza por la Av. El Rosario, permitiendo el mejor aprovechamiento óptimo del predio, puesto que facilita la entrada y salida de autobuses, así como de una vía de ferrocarril. Esta vía es necesaria, pues los carros nuevos tienen que ser transportados por este medio. En los talleres Ticomán no fué posible contar con ella.

Los objetivos básicos que habrán de cumplir estos talleres, son similares a los de "Talleres Ticomán", sin embargo, es conveniente recordar que según los esquemas operativos, existen dos tipos de talleres: Uno, como el caso de Ticomán, que contiene todos los servicios a prestar, es decir, cuenta con instalaciones tales que lo hacen autosuficiente; y dos, como el caso que nos ocupa, Talleres "El Rosario", que cuenta únicamente con los servicios de mantenimiento correctivo y preventivo, ya que los trabajos de reconstrucción se llevarán a cabo en los Talleres "Ticomán" o "Zaragoza", según sea el caso, pues existen varias vías de enlace que permiten circular los trenes de una línea a otra, hasta llegar al taller designado, dependiendo de los programas preestablecidos para tal fin.

Tomando en cuenta todas estas consideraciones, el programa arquitectónico de necesidades, quedó entendido de la siguiente manera:

A. Servicios de Mantenimiento

B. Servicio de Control

- B.1 Control de Operación
- B.2 Control de Energía
- B.3 Control de Administración

A. Servicios de Mantenimiento

- A.1 Nave de depósito para 30 posiciones y previsión para otros 10 en 20 vías agrupadas en haces de 5 vías c/u.
- A.2 Nave de vehículos auxiliares para una posición.
- A.3 Depósito de Materiales de Vía con un área de 5,000 m².
- A.4 Nave de pequeña revisión o mantenimiento menor, con 12 fosas en 12 vías, éstas agrupadas en haces de 3 vías c/u., una vía de lavado y una vía de sopleteado.



- A.5 Previsión de una nave con una vía de acceso para llevar a cabo trabajos de reconstrucción en pequeña escala.

B. Servicios de Control.

- B.1 Control de Operación
 - B.1.1 Puesto de Maniobras con espacio para un Tablero de Control Óptico (T C O), equipo de control automático (Relevadores) y cabina de observación.
 - B.1.2 Zona de peines de vía con capacidad de distribución de trenes en forma independiente, ya sea para acceso, salida o distribución interna.

- B.1.3 Caseta de Pilotaje para instalación de equipo de prueba.

- B.1.4 Almacén General con capacidad de 2500 m³.

- B.1.5 Almacén de productos inflamables con capacidad de 600 m³.

- B.1.6 Vialidades internas para servicio.

- B.1.7 Un acceso de emergencia para carros de Bomberos.

- B.1.8 Previsión para acceso de una nueva línea de Sistema.

- B.1.9 Andén de descarga para plataformas de F C

B.2 Control de Energía.

- B.2.1 Caseta de Acometida de la Comisión Federal de Electricidad.

- B.2.2 Subestación de Rectificación con capacidad de 4,000 kw.

- B.2.3 Subestación eléctrica con capacidad de 2,000 kw.

- B.2.4 Grupo compresor con capacidad de 20 m³/min.

- B.2.5 Cisterna con capacidad de 200 m

- B.2.6 Caseta de tracción capaz de energizar todos los peines de vías necesarios para la operación del taller.

B.3 Control de Administración.

- B.3.1 Un acceso principal para control de vehículos y empleados.

- B.3.2 Un edificio de oficinas para el control administrativo del Conjunto de Talleres, incluyendo servicios de vestidores, regaderas, sanitarios, comedores, cocinas y servicios médicos de emergencia.

- B.3.3 Edificio de servicios médicos para consulta externa para 10,000 derechohabientes.

- B.3.4 Estacionamiento para empleados con un cupo de 160 autos.

VIALIDADES COINCIDENTES CON EL METRO EN LAS LINEAS 1,2,3,4, 5 Y 6

Ampliación Línea 1. Vialidad.

La ampliación hacia Pantitlán de la Línea 1 del Metro creó, como en otras Líneas, un derecho de vía propio a base de predios públicos o privados. Esto permitió la creación de calles, plazas y paraderos de autobuses, para el mejoramiento de la estructura urbana en la zona que se localiza esta Línea.

La Estación "Pantitlán," además de ser la terminal oriente de la línea 1, es la correspondencia con la línea 5 y la zona de paraderos, así como el Entronque Pantitlán forman parte común de las dos líneas en este conjunto urbano.

El tramo de Metro entre las estaciones "Zaragoza y Pantitlán," utiliza las Avenidas de Zaragoza, Río Churubusco y Adolfo López Mateos para su desarrollo. Estas mismas calles se utilizaron para la solución vial de la liga entre Zaragoza y Pantitlán, la cual, antes de las obras del Metro sólo era posible de manera indirecta.

El punto más relevante de esta liga vial, es el crucero de la Calzada Zaragoza con el Río Churubusco, lugar en el que se tiene previsto un distribuidor vial para un futuro próximo.

Dentro del grupo de obras programadas, se incluyeron: la adecuación de calles en la colonia Pantitlán, para permitir una fácil comunicación entre esta colonia y la zona de Estación del Metro; y la elaboración del plano zonal de dispositivos de control de tránsito.

Ampliación de Línea 2.

Los proyectos viales para la ampliación de la Línea 2, se concentraron en la solución del paradero y estacionamientos, así como en la vialidad perimetral de la estación terminal "Cuatro Caminos". Los trabajos para el resto de la Línea, se redujeron a elaboración de los planos de trazo, constructivos, de nivelación y de señalamiento, para la restitución, al estado anterior a las obras del Metro, de las calzadas México-Tacuba y San Bartolo Naucalpan.

Debido a la demanda de usuarios del Metro que llegan en automóvil, se decidió facilitar el cambio de modo de transporte individual al colectivo, construyendo tres estacionamientos con capacidades de 240, 330 y 333 cajones; aprovechándose al máximo el terreno disponible para los servicios complementarios de la estación terminal "Cuatro Caminos".

La vialidad perimetral a la zona de la estación del Metro, tiene también una gran relevancia entre los proyectos viales.

Es por eso que los estudios de ingeniería de tránsito se llevaron a un detalle mayor que el necesario para los proyectos de otras vialidades.

La obtención de la información de campo, su procesamiento, y la asignación de los volúmenes de tránsito futuros para cada una de las alternativas de solución, tuvieron que llevarse a una área de influencia mucho mayor que la ocupada por la estación y los paraderos.

Las calles más importantes que se vieron afectadas, para las cuales se realizó el proyecto vial completo fueron: la Calzada San Esteban; la México-Tacuba; la de San Bartolo Naucalpan; la de Molino Prieto; la de San Francisco Cuautlalpan y la Av. Ingenieros Militares. El proyecto considera la modificación de los sentidos de circulación de estas calles, quedando en sentido Poniente-Oriente las calzadas de San Esteban y México-Tacuba; de Oriente a Poniente, las calzadas de San Bartolo Naucalpan y Molino Prieto, para posteriormente ligarse al Boulevard Toluca. San Francisco Cuautlalpan en sentido Norte-Sur y la Av. Ingenieros Militares de Sur a Norte.

Este arreglo de la circulación resultó ser el más adecuado para el acceso y la salida de los flujos vehiculares del conjunto de "Cuatro Caminos"

Ampliación Norte de la Línea 3.

En la caso particular de la prolongación de la Línea 3 hacia el Norte, los trabajos necesarios para satisfacer las necesidades de movilidad, tanto de los automóviles como de los autobuses, fueron muy importantes. Las obras viales requirieron proyectos de trazo, detalles constructivos, nivelación, desvíos de tránsito y señalamiento para el control del mismo.

La Glorieta de La Raza se cruzó en forma subterránea por la prolongación de la Línea 3, lo que provocó la interrupción del tránsito y generó desvíos importantes de los flujos vehiculares. Como esta glorieta forma parte del Circuito Interior, se consideró conveniente hacer los trabajos de remodelación vial que permitieron un óptimo encauzamiento de los vehículos que utilizan la Av. Insurgentes, el Circuito Interior y la Calzada Vallejo.

La Glorieta Potrero recibe la afluencia de tránsito de las Avenidas Insurgentes, Cien Metros, Cuicilahuac-Robles Domínguez e Instituto Politécnico Nacional. Todas ellas con doble sentido de circulación; además recibe el flujo de las calles de un sólo sentido: Paganini, Abundio Martínez y Leoncavallo. Evidentemente, la solución a tan complicado cruce vial, requirió de análisis exhaustivos de ingeniería de tránsito y el planteamiento y evaluación de cinco alternativas de solución.

La construcción superficial de la Línea 5 del Metro, la Línea 3 subterránea y las instalaciones hidráulicas del interceptor central, condicionaron las diferentes opciones de cruce de las Avenidas Insurgentes, en la forma deprimida: Cuicilahuac-Robles Domínguez, mediante un puente; Cien Metros, superficialmente para conectarse con Paganini y Abundio Martínez.

La solución en el tramo Insurgentes, entre Potrero y Ticomán, se uniformizó y se mantuvo una sección transversal constante, compuesta de dos arroyos centrales con tres carriles cada uno, adyacentes al derecho de vía del Metro y dos arroyos laterales, también de tres carriles. En este tramo, se localizan cuatro cruces de avenidas importantes que garantizan la comunicación de Oriente a Poniente y viceversa: Poniente 112, Fortuna, Montevideo y Ticomán, los cuales se resolvieron deprimiendo el Metro y los dos arroyos centrales de la Av. Insurgentes para dar paso a estas avenidas.

Como partes extremas de los trabajos viales generados para la ampliación al Norte de la Línea 3, se construyeron dos puentes para ligar la carretera México-Pachuca con la Av. Insurgentes; evitando así el cruce semaforizado con la Av. Acueducto.

Los principales proyectos referidos a la vialidad, se generaron por el cierre de la circulación sobre la Av. Cuauhtémoc, la cual estuvo sujeta a importantes excavaciones para la construcción del Metro y las de las obras inducidas sobre los servicios municipales, lo que impidió su uso en forma continua y sólo podía utilizarse para dar servicio a la obra y para uso local de acceso a viviendas y comercios.

En forma directa, los trabajos viales se pueden referir a la restitución de pavimento a todo lo largo de la Av. Cuauhtémoc; a la construcción de banquetas; y a la adecuación de los cruces que, antes de los trabajos de los ejes viales, estaban concebidos para el funcionamiento en doble sentido de la Av. Cuauhtémoc.

Dos obras muy importantes en el Eje Vial 1 Poniente (Av. Cuauhtémoc) fueron generadas por el Metro:

La primera, fue el cruce del Sistema de Transporte Colectivo bajo el Viaducto Miguel Alemán, que implicó el uso parcial y alternado de los arroyos centrales y laterales de esta importante vía. En ella, los conflictos del tránsito entre los meses de Marzo y Junio de 1979 (período de construcción del cruce) fueron muy importantes para la vida de la ciudad, sin embargo se superaron satisfactoriamente.

La segunda obra que modificó el comportamiento habitual de los automovilistas, fue la remodelación del crucero anteriormente conocido como Glorieta de Francisco Villa. Los trabajos de ingeniería de tránsito que se realizaron para llegar a la solución más económica y operativa, fueron por demás exhaustivos. Es importante mencionar que entre las alternativas más atractivas para la solución de este crucero (Av. Cuauhtémoc y División del Norte) se encontraba una que requería la construcción de un puente, que permitiera la continuidad de División del Norte y únicamente dejaría por resolverse, a nivel, el cruce de las avenidas Universidad y Cuauhtémoc.

Al sur de la Estación "Emiliano Zapata", se localizó la estación "Centro Bancomer", sobre la Av. Universidad, en un lugar en que prácticamente coinciden los Ejes Viales 2 Poniente y 3 Poniente. Los requerimientos de espacio que esa zona necesitaba para ubicar accesos a la estación, provocaron la afectación de parte de los predios del Centro Bancomer, tal afectación originó un derecho de vía lo suficientemente amplio para lograr un proyecto vial que mejorará, de manera considerable, la operación del tránsito en los cruceros de la Av. Universidad con los ejes viales ya mencionados.

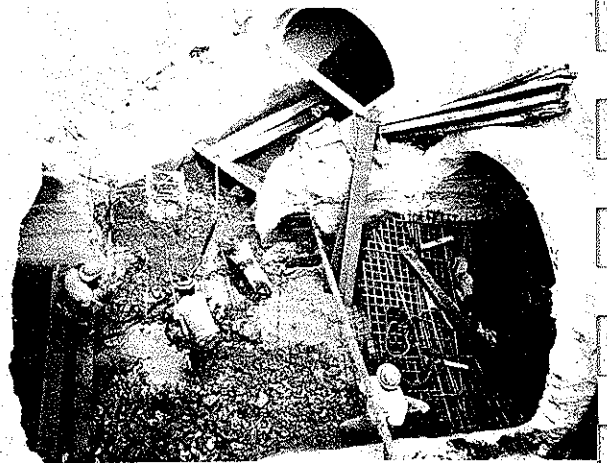
La Estación "Viveros" condicionó, tanto por los accesos como por las necesidades de ventilación: las características de la vialidad coincidente con la Estación. Las obras inducidas y la oportunidad de mejorar las condiciones de operación del tránsito en la Av. Universidad y en las calles transversales cercanas, llevaron al planteamiento de la modificación del crucero con las calles de Vito Alessio Robles, Minerva y Progreso.

En los dos casos anteriores, "Centro Bancomer" y "Viveros", los planos constructivos y de trazo se elaboraron a base de secciones niveladas de señalamiento vial y de desvíos del tránsito. Es importante mencionar que en los tramos entre estaciones, el proyecto consistió únicamente en la restitución de las condiciones de la Av. Universidad, anteriores a las obras del Metro.

A partir de la cabecera Sur de la Estación "Viveros", debido a los procedimientos constructivos del Metro, las condiciones de la Avenida Universidad no se vieron alteradas ni en lo físico ni en lo operativo durante el resto de su desarrollo. La Estación "Miguel Ángel de Quevedo" ocupó, para su construcción, terrenos fuera de la vía pública, por lo que tampoco se alteró el tránsito entre esta Estación y la avenida Copilco. Por lo tanto, únicamente se elaboraron los planos de dispositivos de control de tránsito.

Fue hasta la zona en que se ubicó la Estación "Copilco", en donde se requirieron nuevamente proyectos viales de importancia. Debido a que el alineamiento del Eje Vial 10 Sur coincide en las avenidas Copilco y Torres Gigantes con el trazo del Metro, se aprovechó la oportunidad para elaborar el proyecto definitivo del Eje Vial.

La solución vial continúa por las calles de Azahares y Dalias, con doble sentido de circulación y arroyos de tres carriles cada uno. Al final de la Av. Dalias, los arroyos se separan (para continuar como prolongación de Dalias) adyacentes al derecho de vía del Metro, con tres carriles cada uno para mantener el doble sentido de circulación, prosiguiendo hacia el Sur, hasta llegar al cruce con la Avenida Liga Tlalpan-Insurgentes, la que forma parte del Eje Central y para la cual se elaboró el proyecto de una intersección a nivel, con vueltas izquierdas a través de gasas y controlando los flujos vehiculares con semáforos.



Línea 4 Sección Elevada

La Línea 4 Elevada, se localizó utilizando principalmente las avenidas Inguarán y Morazán y se tuvieron que hacer las afectaciones necesarias para lograr su continuidad. La afectación sobre Imprenta y Sastrería en la colonia Morelos, permitió ligar la Av. Inguarán con la Av. Francisco Morazán. Finalmente, la afectación del extremo sur de la línea, para ubicar la Estación terminal "Santa Anita" y construir la cola para maniobras al sur de esta Estación, se hizo sobre terrenos de las colonias Santa Anita y Xicaltongo. Es importante mencionar que por las obras de la Estación y la cola de maniobras se logró también, la comunicación entre la Av. Morazán y la Calzada de la Viga.

Gracias a que la sección transversal de las Avenidas Inguarán y Morazán, eran lo suficientemente amplias para alojar el derecho de vía del Metro y dos arroyos adyacentes, se decidió que en las zonas de afectación se mantuviera la misma sección. De tal modo que la composición final de la sección transversal estaría dada por un camellón central de 5 m., dos arroyos de 11 m. y banquetas de 6.5 m. en promedio. Esto da una sección de 40 m. de ancho total, que se mantiene a todo lo largo de, los aproximadamente, 11 km. de la Línea del Metro.



Con la nueva vialidad, se tienen doce cruces con los 6 Ejes Viales del Norte de la ciudad (del 1 Norte al 6 Norte) y con cuatro ejes del sur (del 1 sur al 4 sur). Además, cruza con la rama norte del Circuito Interior y con el Viaducto Miguel Alemán.

Las calles secundarias más importantes que cruzan, son: Victoria, Henry Ford, Oriente 87, Platino, Marruecos, Héroes de Nacozari, Sidar y Robirosa (que cruza con un puente sobre Av. Morazán) Cecilio Robelo, Lorenzo Boturini, Agiabampo y Recreo.

Línea 5

Según lo descrito sobre la estructura general de la Línea 5, se hace evidente que el alineamiento vertical del Metro, fue el factor determinante de la solución vial coincidente con esta Línea.



En el extremo Oriente, la solución superficial obligó a la construcción de dos arroyos adyacentes sobre las calles de Talleres Gráficos y Miguel Lebrija, los cuales se juntan en el cruce con la calle de Santos Dumont, punto en el que el Metro se deprime para continuar en forma subterránea por la Av. Hangares y Aviación Boulevard Aeropuerto hasta antes de cruzar la Av. Quetzalcóatl. Este tramo subterráneo permitió la construcción del Eje 1 Norte y de parte del Circuito Interior sobre el cajón del Metro.

Al emerger el Metro, los arroyos del Circuito Interior se vuelven a separar y se conservan de este modo, hasta pasar la Estación "Misterios", lugar en que se resuelve en forma subterránea, otra vez, hasta cruzar la Glorieta Potrero y nuevamente los arroyos se juntan, para continuar el Circuito Interior hasta la Glorieta de la Raza, quedando completos los arcos poniente y norte y parte del arco oriente del Circuito.

Es importante mencionar que en el cruce de el Circuito Interior y Paganini, siguiendo el trazo de la Línea 5, esta última se proyectó de doble sentido para ligar el Circuito con la Glorieta Potrero, aprovechando el derecho de vía del Metro.

Es claro que las variaciones en el alineamiento vertical del Metro y en el alineamiento horizontal de la vialidad, condicionaron, principalmente, la solución de los cruceros importantes.

Siguiendo el sentido Oriente-Poniente, haremos una breve descripción de estos cruceros. El primero, es el denominado Entroque Pantitlán, en el cual, el Metro y los arroyos del Eje 1 Norte, cruzan con tres Puentes independientes además se construyeron dos calles adyacentes al cajón del Río Churubusco y las adecuaciones de las Calles de Río Churubusco, para unirse con la Calzada Ignacio Zaragoza.

El siguiente crucero importante es el entronque Hangares, formado por la intersección de el Eje Vial 1 Norte (Norte 17 Av. Hangares) y el Circuito Interior. Dada la importancia de estas dos vías, pasos inferiores, uno en cada sentido para resolver las vueltas izquierdas más importantes. El circuito cruza superficialmente.

En los cruceros del Circuito con las Avenidas Quetzalcóatl, Oceanía, Tlacos, Gran Canal e Inguarán, fueron éstas las que se deprimieron para lograr el cruce sin semáforos. En cambio en las intersecciones con las Avenidas Eduardo Molina, F.C. Hidalgo y Guadalupe-Misterios, el Metro y los arroyos centrales del Circuito, se deprimieron para permitir el cruce a nivel, semaforizado, de las calles transversales y de las laterales del Circuito.

En la intersección del Circuito Interior con el Eje Vial Central (Abundio Martínez) se construyó un puente para los arroyos centrales del Circuito, permitiendo el cruce a nivel del Eje Central y controlando con semáforos los volúmenes de tránsito de las laterales del circuito.

Finalmente debe comentarse que como parte de la línea 5 se hicieron los trabajos correspondientes al Eje Central en su cruce con Paganini. En esta calle, el Metro se diseñó superficialmente y el eje vial se obligó a deprimirse por debajo del Metro, con el espacio suficiente para alojar cuatro carriles de circulación normal, además de uno exclusivo para autobuses. Este eje vial desemboca a la Glorieta Potrero para continuar por la Av. de los 100 Metros.

Respecto a la Glorieta Potrero, se hicieron los comentarios correspondientes referentes a la prolongación al Norte de la Línea 3.

Línea 6

La Línea 6 del Metro, dió la opción, en el Norte de la Ciudad, de utilizar el transporte colectivo. Pero al mismo tiempo, se dió la oportunidad de crear una vía de tránsito fluido para el transporte individual. La estructura urbana de las diferentes zonas que cruza esta línea es totalmente obsoleta y corresponde, en una gran parte, a la traza colonial o francamente precolonial. Por tal motivo, el mejoramiento de las calles con su derecho de vía, el proyecto de los desvíos de tránsito y el proyecto de las obras viales, totalmente nuevas; resultaron necesarias para completar el funcionamiento del Sistema de Transporte Colectivo.

Entre los proyectos de restitución de calles, se encuentran los tramos incluidos entre la Estación "Norte 45" y la Estación "Instituto del Petróleo". Además se hizo el proyecto de señalamiento para el control adecuado del tránsito.

Los proyectos viales que se hicieron para el mejoramiento y adecuación al derecho de vía del Metro, se refirieron principalmente a los tramos entre estaciones Ferrería, Azcapotzalco, Tezozomoc y el Rosario.

Finalmente, en la zona de la estación y los Talleres de "El Rosario", se hizo el mayor de los proyectos viales inducidos por las obras del Metro como: los paraderos de autobuses urbanos y suburbanos; los estacionamientos para autos particulares; y las calles de acceso y salida de estos servicios de transporte.

Es importante mencionar que los ejes viales 6 Norte y 4 Norte, 6 Poniente y 6A Poniente, coinciden con tres lados de la solución Vial de Talleres "El Rosario", por lo tanto, el proyecto vial de los tramos de estos ejes coincidentes con el de la vialidad perimetral de "El Rosario," se resolvió en forma integral.

VIALIDADES NO COINCIDENTES CON EL METRO

La Ciudad de México, sede de los poderes políticos, económicos y sociales y asiento de la mayor concentración demográfica industrial del país, creció desmesuradamente sin que se hubiera podido controlar y planear dicho crecimiento.

Con tal perspectiva y en base al Plan Nacional de Desarrollo Urbano, se iniciaron los estudios referentes a la planificación de la Ciudad de México y al área metropolitana, dando como resultado la imperiosa necesidad de la creación de un sistema vial complementario de las vías de acceso controlado del Sistema de Transporte Colectivo "Metro" y del complejo vial actual.

Los objetivos primordiales de los ejes viales, fueron: el ordenamiento de la infraestructura de crecimiento; dar fluidez vial y continuidad de avenidas ya existentes, así como mejorar el servicio de transporte. Por esto se implementó un ordenamiento de tipo legal que regulará el uso del suelo, la vialidad y tendiera, tanto a mejorar como a conservar los servicios

y el paisaje urbano, proporcionando al individuo beneficio económico y social.

El cumplimiento de estos objetivos específicos de la vialidad, implicaron la factibilidad de una restructuración del sistema de traslados, cuya política dar preferencia al transporte colectivo, requiera la ampliación de la red primaria de vialidad mediante vías, que en forma reticular, conformarían un esquema de traza urbana, permitiendo rutas lógicas de la comunicación origen: destino en los extremos opuestos de la ciudad.

La integración entre la vialidad y el proceso de reorganización fue el punto de partida que se utilizó para elaborar los programas específicos de reestructuración.

En esta Administración, las autoridades del Departamento del Distrito Federal, integraron una Coordinadora de Obras Viales (COCOV) para a cabo los estudios, proyectos y construcción de Ejes Viales. Durante esta etapa, se logró la realización y construcción de 15 Ejes Viales con una longitud total de 133.3 km.

Esta primera etapa se concluyó el 23 de julio de 1979, e hizo posible el establecimiento del Sistema de Transporte Colectivo de Superficie que en conjunto, empezó a operar como un sistema integral que comunica desde los accesos cercanos hasta el otro extremo de éstos, con opción de tránsito Norte-Sur, Oriente-Poniente y viceversa.

Como se ha detectado dentro del Plan de Vialidad la estructura vial de la ciudad no está terminada y se ha propuesto seguir la Comisión de Planeación y Transporte Urbano.

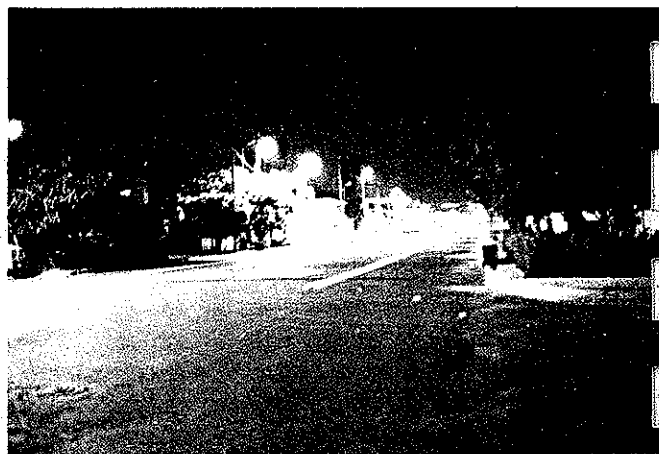
Dentro de los análisis y justificaciones que motivaron los Ejes Viales, es la creación de una infraestructura básica, que a corto o mediano plazo nos resuelva el transporte de superficie y que a largo plazo, sirva de base a la implementación de nuevas líneas de transporte, actuando como modelo experimental al que se le sustituirá en cuanto al servicio en forma definitiva, manteniendo sus características de circulación en superficie.

Tomando en cuenta los objetivos, análisis y características descritos, se consideró para el diseño y para el concepto de los Ejes Viales, los siguientes criterios a los que se les dió carácter de requerimientos.

- Circulación de vehículos en un sentido que, a nivel del sistema, se compense siempre con otro eje en sentido opuesto, formando pares viales en todos los casos.
- Banquetas suficientemente anchas para dar seguridad al peatón y que albergaran la posibilidad de que los vehículos (automóviles) tuviesen la posibilidad de que el trámite de acceso a los predios, se realizara sin interrumpir la circulación continua del transporte colectivo; además de alojar en ellas las redes de servicio. El diseño de dichas banquetas, nos permitió crear una barrera tanto acústica como física, contenida en las áreas verdes propuestas a todo lo largo de los Ejes Viales, siendo uno de los aspectos característicos dentro del paisaje urbano de este proyecto.
- Semáforos sincronizados y computarizados.
- Señalamientos viales, verticales y horizontales, claros y precisos. Señalamientos que caracterizan estas arterias, conteniendo los mensajes y el mobiliario que corresponde a las características de una gran ciudad.
- Corrección del trazo geométrico en entronques conflictivos.
- Dentro de su operación, se plantearon reglamentos que contienen el siguiente capitulado:
 - 1.- Prohibición de estacionamiento en la vía pública para permitir el libre movimiento del transporte público.
 - 2.- Reglamentación de horarios de carga y descarga.
 - 3.- Restricciones, en cuanto a la ubicación de los accesos de nuevas construcciones sobre los Ejes Viales, condicionado al uso del suelo (industrial o comercial).
 - 4.- Protección de escuelas, mercados y centros de reunión.

Con base a estas características la reorganización del transporte de superficie sobre los Ejes Viales, estuvo fundamentada en la política de dar preferencia al transporte colectivo sobre el transporte individual, para lo que se consideraron los siguientes criterios:

- Dos carriles exclusivos para el transporte de pasajeros, uno de los cuales funciona en contraflujo.
- Paraderos a cada 500 m. promedio, que se encuentran dados en función de recorridos razonables a pie y en la correspondencia con otras líneas y estaciones de Metro.
- Intervalos de paso regularizados y con horarios claramente establecidos.
- Funcionamiento del transporte colectivo, siguiendo el recorrido de cada eje para facilitar la operación.



La segunda etapa, se definió como la prolongación de los Ejes existentes hasta llegar al periférico actual y al proyectado; y los que se conecten con el plan de integración de la vialidad del Estado de México y Distrito Federal, siendo 10 los que quedan fuera de los límites del Circuito Interior.

A continuación, se hará una breve descripción de cada uno de los proyectos de los Ejes Viales:

Eje Vial 6 Norte.

Este eje se encuentra ubicado en el extremo Norte de la ciudad y une las zonas de Ecatepec y Azcapotzalco. Se desarrolla en una longitud de 19.2 kms. y opera en doble sentido de circulación.

La sección transversal prevista es, como en la mayoría de los ejes de doble sentido, formada por dos arroyos con un separador central. Cada uno de los arroyos lo forman tres carriles para automóviles y uno exclusivo para el servicio de transporte público de pasajeros en autobuses.

Eje Vial 5 Norte.

Este eje opera en un sólo sentido de circulación; de Oriente a Poniente con una sección transversal prácticamente constante de 30.0 m. La composición de la sección la dan dos banquetas de cinco metros cada una y un ancho de calzada de 20.0 m. que contiene cuatro carriles para automóviles y dos carriles para uso exclusivo de autobuses, uno de los cuales opera en sentido contrario al flujo normal de la circulación. Es conveniente puntualizar que para cruzar sobre la zona de vías de Pantaco, se diseñó un puente de casi 800 m. de longitud.

Eje Vial 4 Norte.

El eje vial 4 Norte, es la alternativa de circulación Poniente-Oriente, que forma con el eje 5 Norte, el par vial más importante en el norte del Distrito Federal. Con una longitud de 17.2 km. va de la Radial Aquiles Serdán, en la delegación Azcapotzalco, a la Av. Central en el límite oriente de San Juan de Aragón. La sección de proyecto se decidió también de 30 m. pero a diferencia del eje 5 Norte, no fue posible mantener esta amplitud en toda la longitud, ya que significaba una gran cantidad de afectaciones por un requerimiento mínimo de la sección que, por otra parte, no afecta de manera considerable la operación del tránsito en el eje vial.

Eje Vial 2 Norte.

Este eje vial es el primero que se considera dentro de la zona central de la Ciudad de México. El eje se proyectó en dos etapas: la primera parte comprendida dentro del Circuito Interior y la segunda como prolongación al Poniente, hasta llegar a la Radial Aquiles Serdán. Su sentido de circulación es de Oriente a Poniente.

En general, la sección transversal se compone de banquetas de 5.0 m. y arroyo de 20.0 m.

Naturalmente, se tiene cuatro carriles para automóviles y dos exclusivos para autobuses. Solamente en la zona adyacente a la Unidad Tlatelolco, se amplía la sección y permite la operación de una calle local de servicio local en el lado sur.

Eje Vial 1 Norte.

El proyecto y la construcción del Eje 1 Norte, se ubicaron en el contexto urbano de la Ciudad de México, la primera opción para un recorrido directo de Poniente a Oriente, en una longitud comparable con el Viaducto Miguel Alemán. Se inicia en la zona poniente del Circuito Interior y termina en el límite con la Calle 2 en la Calz. Pantitlán. Este es el primer eje vial, en la zona Norte, que tiene un sistema de operación combinado, es decir, en parte es de un sólo sentido y en otra es de doble sentido.

La sección transversal correspondiente a un solo sentido, es semejante a la del eje 2 Norte y la de doble sentido a la del eje 6 Norte; es decir, 30.0 m. de sección y un carril de sentido contrario exclusivo para autobús en un caso, y en el otro, dos arroyos con un separador central, formados por tres carriles para automóviles y uno para autobuses cada uno.

Las calles que recorre este eje vial son: José Antonio Alzate, Mosqueda, Rayón, Héroes de Granaditas, Avenida del Trabajo, Albañiles, Norte 17; Av. Hangares de Aviación, Miguel Lebrija y Talleres Gráficos. Es importante mencionar que para lograr la continuidad de este eje, se tuvieron que construir un puente sobre el Gran Canal del Desagüe, para ligar las calles de Albañiles y Norte 17; el Estronque Pantitlán, que permite cruzar el eje 1 Norte, y a la Línea 5 del Metro sobre el río entubado de Churubusco. En los dos casos anteriores (Hangares y Churubusco) las calles transversales al eje 1 Norte se resolvieron con pasos de desnivel inferiores.

Eje Vial 2 Sur y 2 "A" Sur.

Este eje vial tiene la particularidad de estar operando sobre dos calles paralelas. El proyecto y construcción se planeó para que funcione con un sólo sentido de circulación de Poniente a Oriente y debido a que ninguna de las calles existentes, en la zona central en que se localiza el eje, tiene la anchura necesaria para alojar los seis carriles establecidos para los ejes de un solo sentido, se decidió usar las calles de San Luis Potosí, Dr. Balmis y Manuel Payno para operar tres carriles, de los cuales uno es para autobuses. En las calles paralelas de Querétaro, Dr. Olvera, Manuel J. Othón y José T. Cuellar, también se pusieron en operación tres carriles, de los cuales uno es exclusivo para el uso en sentido contrario de los autobuses.

En los extremos oriente (sobre Av. del Taller) y poniente (sobre Juan Escutia y Yucatán) se unen los flujos para funcionar con todos los carriles juntos.

Eje Vial 3 Sur.

La alternativa más interesante al Viaducto Miguel Alemán, para circular de Oriente a Poniente, la da el eje vial 3 Sur, que se inicia en el cruce con el Río Churubusco (en la Magdalena Mixhuca) y termina en la Av. Parque Lira. Utiliza para su recorrido las calles de Añil, Av. Morelos, Calz. Chabacano, José Peón Contreras, Av. Central, Baja California, Benjamín Franklin y Vicente Eguía.

Con una sección transversal constante de 20 m. de arroyo y aproximadamente 50 m. de cada banqueta, este eje resulta muy importante para la circulación de la zona central del Área Metropolitana de la Ciudad de México.

Eje Vial 4 Sur.

El eje 4 Sur se encuentra al sur del Viaducto Miguel Alemán y significa también una alternativa al Viaducto, en el sentido Poniente-Oriente. El recorrido de este eje, se da por las Calles de Vicente Eguía, Benjamín Franklin, Chilpancingo, Xola, Napoleón, Plutarco Elías Calles y Té. Su sección transversal incluye cuatro carriles para automóviles y dos para autobuses, aunque en pequeños tramos se reduce a un carril.

Eje Vial 5 Sur.

El eje 5 Sur se construyó dentro de la primera etapa, teniendo como límites las ramas oriente y poniente del Circuito Interior, cuenta con cinco carriles, de los cuales cuatro son para automóviles y uno es exclusivo para autobuses. En este eje no se incluyó el carril para el autobús en sentido contrario al de la circulación del eje.

Las calles que conforman el recorrido de este eje son Purísima (en la zona de Apatlaco), Playa Villa del Mar, 10. de Mayo, Eugenia (en las colonias Vertiz-Narvarte y Del Valle), Av. Colonia del Valle y Av. San Antonio, en la zona de San Pedro de los Pinos. La extensión de esta vía es de 9.5 km.

Eje Vial 6 Sur.

Este eje forma el par vial con el 5 Sur. Tiene los mismos puntos de origen y destino y sirve prácticamente a las mismas colonias del eje 5 Sur. El eje vial 6 Sur, también cuenta con una sección de cinco carriles de circulación sin considerar el de sentido contrario para autobuses.

El eje 6 Sur utiliza las siguientes calles: Av. San Antonio, Tintoreto, Holbein, California, Angel Urraza, Independencia, Morelos, Playa Pie de la Cuesta, Cardiólogos y Trabajadoras Sociales, en una longitud de 9.2 km. Las colonias a las que sirve este eje son: la del Valle, Vertiz-Narvarte, Independencia, Reforma Iztacihuatl y el Sifón.

Eje Vial 7 Sur.

Este eje se proyectó en dos etapas, la primera teniendo como límites la avenida Revolución en el poniente y la avenida Río Churubusco en el oriente. Este eje opera en doble sentido de circulación al oriente de la Av. Universidad y en sentido oriente-poniente hacia el Poniente de la misma avenida. Utiliza la Av. Municipio Libre en toda su longitud, en un solo sentido de circulación de oriente a poniente, para continuar en el mismo sentido por Félix Cuevas y Extremadura. Las avenidas Oriente 172 y Emiliano Zapata, también forman parte de este eje, con la denominación de Eje 7 "A" Sur y opera en doble sentido de circulación desde la Av. Río de Churubusco hasta la Av. Universidad en donde se encuentra con Municipio Libre.

Eje Vial 8 Sur.

Este es el último de los proyectos de ejes viales que forman el grupo de ejes que operan en dirección Oriente-Poniente. Se proyectó en dos etapas, de las cuales sólo se llevó a cabo la primera. La etapa inicial del proyecto, considera el uso de las calles de José Ma. Rico, Popocatepetl y Ermita-Iztapalapa, en sentido poniente-oriental, con una sección transversal formada por seis carriles de circulación con banquetas de 5 m. de ancho, en promedio. Este eje se inicia en la Av. Insurgentes y termina en la Calz. de la Viga. La segunda etapa del proyecto, comprende de la Av. Insurgentes Sur a la calle de Lomas de Tarrango y se utilizan las calles de Plateros, Barranca del Muerto, Centenario, Loma Azul, Lomas Anáhuac y 5 de Mayo, formando un circuito que se cierra nuevamente en Barranca del Muerto y Plateros. En el circuito mencionado se consideran tres carriles para automóviles y uno para autobuses.

Eje Central.

La red vial estructurada por los ejes viales, se completa con el grupo de ejes que sirven en dirección Norte-Sur. El más importante de estos ejes, es el Eje Vial Central, que además ha sido nombrado Lázaro Cárdenas en toda su longitud. Este eje fue trabajado en cinco tramos de proyecto: el primero comprendido dentro del Circuito Interior; el segundo, del Circuito Interior a la Av. Montevideo; el tercero, de la Av. Montevideo al Río de los Remedios; el cuarto como prolongación al sur del Circuito Interior hasta la unión con Calz. de Tlalpan-Insurgentes y finalmente, el entroke de la Av. División del Norte con Pacífico y el futuro Eje 10 Sur, que representa un complejo problema de modificación de la estructura urbana en esa zona de la delegación Coyoacán. El sentido de circulación previsto es de Sur a Norte en toda su longitud.

La sección transversal es de cuatro carriles para automóviles y dos exclusivos para autobuses. En el tramo correspondiente a la Av. de los 100 Metros, se logró además, un arroyo para funcionamiento de Norte a Sur entre Río de los Remedios y la Glorietta Potrero, lo que ayuda al tránsito que acude a la Ciudad de México. Esto se pudo hacer gracias al ancho de 100.0 m., por los que toma su nombre esta avenida.



Eje Vial 1 Oriente.

El eje vial opera en sentido de circulación Norte-Sur. La sección transversal usada en este eje es de cuatro carriles para automóviles y dos exclusivos para autobuses, uno de los cuales opera en sentido contrario al de la circulación normal del eje.

Las calles utilizadas para el desarrollo de este eje vial son de norte a sur: Ferrocarril Hidalgo, Boleo, Av. del Trabajo, Av. Circulación, Canal, Calz. de la Viga, Sur 71, Av. Torres, Andrés Molina Enríquez, Av. Sur 81, Arboledas, Vía Láctea, Canal Nacional, nuevamente Av. de las Torres y Amacuzac, para llegar al cruce con el arco sur del Anillo Periférico.

Eje Vial 2 Oriente.

La relevancia de éste eje, por el servicio al tránsito vehicular, se ve aumentada por la coincidencia en el mismo derecho de vía de la Línea 4 del Metro.

La sección transversal se describe de la siguiente manera: un camellón central de 5.0 m. para alojar las columnas del Metro elevado; dos arroyos adyacentes al derecho de vía del Metro de 10.0 m. de ancho con dos carriles para automóviles y uno para autobuses; las banquetas son de 5.0 m. de ancho cada una.

Es importante mencionar que el camellón central se conserva en toda la longitud del eje vial, aún cuando el Metro se construyó solo en la mitad. El sentido de circulación es de Sur a Norte en ambos arroyos y el carril del autobús en el arroyo poniente es en sentido contrario al de la circulación del eje.

Eje Vial 3 Oriente.

El recorrido que sigue este eje vial va por la Av. Ing. Eduardo Molina; un pequeño tramo de la Calz. Ignacio Zaragoza; la Av. Fco. del Paso y Troncoso; Azúcar; la Av. 5; y Cafetales. Su límite Norte coincide con el del Distrito Federal en el Puente Negro y su límite sur está marcado por el Anillo Periférico sur. Tiene una extensión de 25.0 km. Este eje vial es el único de dirección Norte-Sur que está proyectado para operar en doble sentido de circulación en toda su longitud. La sección transversal es variable, aunque se procuró que se tuvieran arroyos constantes con tres carriles para automóviles y uno exclusivo para el autobús del transporte público de pasajeros en cada sentido.

Eje Vial 7 Oriente.

Esta vía permitirá una comunicación entre la zona oriental de Iztapalapa y Ciudad Netzahualcóyotl y es una alternativa más de acceso a la Calz. Ignacio Zaragoza.

El eje 7 Oriente, se complementa con el eje 7 "A" Oriente. Tienen un derecho de vía común en la parte sur sobre la Calle de Juan Crisóstomo Bonilla, que se bifurcan en el cruce de esta calle con la del Batallón Ligero de Toluca.

Eje Vial 1 Poniente.

Es la principal vía de acceso por el Norponiente de la ciudad para llegar al centro y sur del Distrito Federal. Se utilizan en el recorrido de este importante eje vial las siguientes calles: Calz. Vallejo, Guerrero, Rosales, Bucareli y Av. Cuauhtémoc.

El sentido de circulación es de Norte a Sur y su sección transversal permite alojar cuatro carriles para automóviles y dos para autobuses. Excepto en el tramo de la Calz. Vallejo. Sobre Vallejo y debido a la amplitud de esta calzada, se logró establecer una calle lateral en sentido contrario al del eje vial y una lateral en el mismo sentido. Estas laterales únicamente cuentan con dos carriles y operan prácticamente como calles de servicio.

Eje Vial 2 Poniente.

Opera en sentido de Sur a Norte y está limitado por el Circuito Interior en sus dos extremos. Se inicia en el cruce de Av. Coyoacán y Río de Churubusco y continúa por Av. Universidad, Gabriel Mancera, Casa del Obrero Mundial, Monterrey, Florencia y Río Tiber. La sección transversal permite alojar únicamente tres carriles de circulación desde su inicio hasta el cruce con Paseo de la Reforma. Sobre Florencia y Río Tiber, se tienen seis carriles. En ningún tramo se incluyó carril para autobús en sentido contrario.

Eje Vial 3 Poniente.

Con sentido de circulación Norte a Sur. Las calles por las que se desarrolla son: Río Mississippi, Sevilla, Salamanca, Alvaro Obregón, Yucatán, Medellín, Amores, Morena, Mier y Pesado y Av. Coyoacán hasta cruzar con Río Churubusco.

Tiene una sección que aloja seis carriles de circulación y posteriormente se reduce a tres carriles en el tramo de Medellín, Amores, Morena y Mier y Pesado, para ampliarse nuevamente en Av. Coyoacán.

Eje Vial 4 Poniente.

Localizado sobre la Av. Revolución, una calle nueva resultante de prolongar esa avenida, y la calle Zaca-tepetl, que llega al cruce con Anillo Periférico, teniendo una sección transversal que comprende dos arroyos, un separador central y dos banquetas. El arroyo principal es de 16.0 m. y permite alojar cuatro carriles para automóviles y uno para autobuses, con sentido de circulación de Norte a Sur. El otro arroyo, de Sur a Norte, es para tres carriles para automóviles y uno para autobuses, con un ancho total de 13.0 m. El separador central y las banquetas son de dimensiones variables.

Eje Vial 6 Poniente y 6 "A" Poniente.

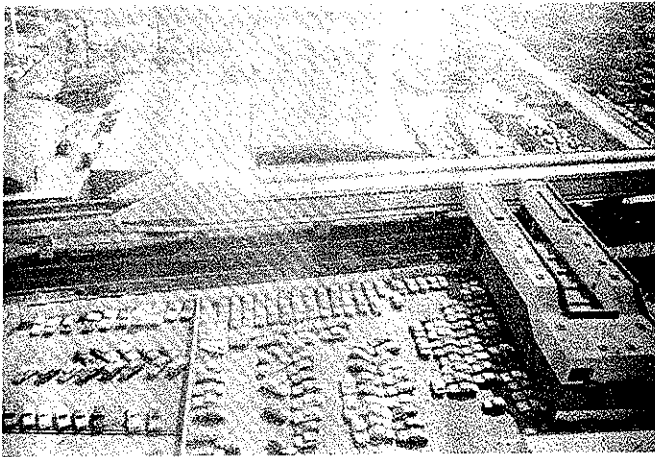
Los límites de estos ejes son el Anillo Periférico, en la zona de Cuatro Caminos, y el eje vial 6 Norte en la zona de El Rosario. El eje 6 Poniente utiliza las calles de Ingenieros Militares, Santa Lucía, Tezozomoc, 16 de Septiembre y Ferrocarriles Nacionales. Esta rama está proyectada para operar en sentido Sur-Norte, con tres carriles para automóviles y uno para autobuses sobre Ingenieros Militares y Santa Lucía. En las calles de Tezozomoc, 16 de Septiembre y Ferrocarriles Nacionales, la sección se amplía a seis carriles, incluyendo, los correspondientes a los autobuses de transporte público. En esta parte, la sección transversal incluye un camellón central, donde se encuentran las instalaciones de Petróleos Mexicanos.

El eje 6 "A" Poniente, utiliza las calles de Ingenieros Militares, Nicolás Bravo, Moluco, Renacimiento, R. Alducín, Puente de Guerra y Ferrocarriles Nacionales. Para este tramo se requerirá construir la prolongación de Puente de Guerra para lograr la continuidad desde Periférico hasta el eje vial 6 Norte. El sentido de circulación de este eje será de Norte a Sur y tendrá una sección transversal de 13.0 m. de ancho, para contener tres carriles para automóviles y uno para autobuses.

PARADEROS DE LOS AUTOBUSES Y ESTACIONAMIENTOS EN LAS ESTACIONES TERMINALES DEL METRO

La ampliación de la red del Sistema de Transporte Colectivo, motivada por el constante aumento de la demanda, tuvo que considerar el proyecto y construcción de instalaciones complementarias, que facilitaran la llegada de usuarios del Metro.

Son dos los tipos de instalaciones auxiliares que se usaron: paraderos de autobuses y estacionamientos públicos. Evidentemente, ambas tienen por objeto propiciar la llegada de pasajeros con las mejores condiciones de operación y seguridad; permiten la transferencia de modos de transporte y ayudan a incrementar la demanda del Metro.



A continuación se describen brevemente los proyectos de paraderos, según la solución geométrica que a cada uno de ellos se le dió, para la segunda o tercera etapa de construcción.

Línea 1.

Esta línea tiene actualmente dos paraderos de autobuses en operación; uno en la Estación "Zaragoza" y otro en la Estación "Observatorio".

La ampliación al Oriente de la Línea 1 permitirá tener correspondencia con la Línea 5 y así aumentar su demanda de servicio a través de los paraderos Pantitlán. Sin embargo y debido a la importancia que para la solución integral de la Línea 5 tienen estos paraderos, ellos se describirán como parte de la Línea 5.

Línea 2.

Actualmente funcionan dos paraderos de autobuses en esta línea: uno en la estación "Tasqueña" y otro en la estación "Tacuba". Los paraderos en las estaciones terminales representan la posibilidad de acceso al Metro de una importante proporción de la demanda total de la Línea 2.

La prolongación de la Línea 2, hacia el poniente, tiene entre otros objetivos, el de proporcionar una opción adicional a la llegada de usuarios, en autobuses y en automóviles, al Metro. En estas condiciones, se consideró importante incluir en la zona de la estación terminal de "Cuatro Caminos", paraderos y estacionamientos que aumentaran la capacidad de llegada de pasajeros.

La estación "Cuatro Caminos" y su correspondiente zona de servicios complementarios, se ubicaron en un lugar adquirido a la Secretaría de la Defensa Nacional. Las características topográficas del terreno que se obtuvieron para los paraderos, obligó a un acomodo en partes de las zonas para estacionamiento y para ascenso y descenso de pasajeros. El terreno se orienta longitudinalmente de Norte a Sur y su ancho es de Oriente a Poniente.

En una secuencia Norte - Sur se ubicaron: un estacionamiento, con capacidad para 240 automóviles, ocupando una superficie de aproximadamente 110.0 m. x 165.0 m; y otro estacionamiento, con 330 cajones en un terreno de 180.0 m. x 66.0 m.

Ambos estacionamientos tienen un arreglo de cajones en batería con calles de 6.0 m. En seguida, se tiene un paradero de autobuses con 62 posiciones de ascenso y descenso de pasaje. Este paradero se proyectó con andenes de 5.0 m. y calles de 7.0 m. que permiten la llegada y salida de autobuses a cualquier posición del andén, aún cuando las restantes estén ocupadas. Sigue la zona de acceso a la estación y luego un paradero más, con las mismas características constructivas, con lugar para 54 autobuses.

Es importante mencionar que para garantizar la seguridad de los usuarios, se proyectaron dos pasarelas de llegada a la estación, partiendo desde los paraderos, para desembarcar con dos escaleras a cada uno de los andenes. Una escalera es de acceso y otra de salida.

Finalmente, se tiene en el extremo sur del conjunto Cuatro Caminos, otro estacionamiento, con capacidad para 333 automóviles, resueltos bajo las mismas características de los otros estacionamientos.

Los tres estacionamientos y los paraderos, así como la plaza de acceso al Metro, se encuentran rodeados por una calle perimetral que ordena la circulación interior y a la que se puede acceder y salir por las calles de San Esteban, Ingenieros Militares y Molino Prieto.

Línea 3.

En el extremo norte de la línea, se proyectó un paradero de autobuses con andenes de 5.0 m. que alojan escaleras para descender a la pasarela de acceso al Metro. Existen también escaleras de salida que desembocan en los 8 andenes. Las calles son para uso exclusivo de los autobuses y se construyeron seis de 7.2 m. de ancho, con una capacidad de 17 lugares, en promedio, cada una. Esto da un total de 100 lugares para autobuses. Se incluyó además, un anden de 5.0 m. y una calle de 7.0 m. exclusiva para taxis.

El paradero, en forma trapezoidal, opera paralelamente a la Av. Insurgentes Norte y está limitada en dos de sus lados por una calle de 10.8 m. para uso de todo tipo de vehículos. El acceso a esta zona es sólo por el lado norte y la salida por el lado sur, mediante un puente semicircular para retorno de los autobuses hacia el Norte.

Limitado por el paradero de autobuses, la Av. Insurgentes y el Lienzo Charro de la Villa, se construyó un estacionamiento con capacidad para 686 automóviles. El arreglo de los cajones se hizo en baterías, con calles mínimas de 5.0 m. orientadas en dirección Oriente – Poniente.

En el extremo sur de la Línea 3, se proyectó un paradero de autobuses y un estacionamiento, adyacentes a la zona de acceso a la estación Zapata. El paradero se encuentra limitado por las Calles de San Lorenzo, Av. México, Emiliano Zapata y por la estación del Metro y el estacionamiento.

La orientación de los andenes es de Norte a Sur y se construyeron tres de 5.5 m. de ancho, conteniendo escaleras para acceso y salida del Metro. La longitud promedio es de 150 m. y permiten alojar simultáneamente 28 autobuses, que sirven principalmente a la zona surponiente de la ciudad.

El estacionamiento se encuentra sobre la Av. Universidad y colinda con los paraderos y la estación del Metro. Tiene 136 cajones para automóviles acomodados en batería, con calles mínimas de 5.0 m. de dirección Oriente – Poniente.

Como parte de la tercera etapa de construcción del Metro, se consideró necesaria la inclusión de una zona de llegada de usuarios en autobuses y en automóviles, de tal manera que se propiciara el aumento de la demanda del servicio del Metro en la estación terminal Universidad.

Con este fin, se proyectaron un estacionamiento y dos zonas de paraderos de autobuses. El estacionamiento se proyectó en un terreno irregular con dimensiones máximas de 240.0 m. x 140.0 m. Contiene un arreglo de cajones en batería que permite alojar hasta 867 automóviles. Colinda con una calle paralela al Metro y con una calle perimetral, en donde se ubicaron el acceso y la salida.

Los paraderos consisten en dos bahías paralelas al derecho de vía del Metro y separadas de éste por calles de 11.0 m. que forman parte de la vialidad de Ciudad Universitaria. En el lado oriente, la bahía contiene tres calles de 7.0 m. de ancho, exclusivas para autobuses, y sus correspondientes andenes de 5.0m. En el poniente, sólo se tienen dos andenes y una calle exclusiva para autobuses.

Es bueno aclarar que a los andenes descienden escaleras desde la pasarela de acceso al Metro y son la única posibilidad de acceso a la Estación "Universidad." Los paraderos tienen 45 posiciones para ascenso y descenso de pasaje de los autobuses de 8 rutas de transporte asignadas.

Línea 4.

La línea 4 del Metro está incluida en los trabajos de la segunda etapa de ampliación del sistema, se consideró conveniente incluir en la solución un paradero de autobuses en cada uno de los extremos de la línea. El extremo norte, en Martín Carrera, tiene un paradero y el extremo sur, en Santa Anita, cuenta con un estacionamiento.

El paradero de Martín Carrera es muy importante, tanto por su tamaño como por su ubicación geográfica. Permite captar las llegadas en autobús al Distrito Federal desde la zona Nororiente del Área Metropolitana de la Ciudad de México; por esta razón, se le dió capacidad para albergar 38 autobuses simultáneamente en un terreno de aproximadamente 11,000 m².

Con calles de 7.0 m. y andenes de 5.6 m. se accede desde el Norte, para una operación en sentido Norte-Sur. Está limitado por el derecho de vía del

Metro en su lado oriente y por el poniente le rodea el eje vial 2 Oriente. Entre las condicionantes que se marcaron al funcionamiento están: la separación clara del eje vial y el retorno obligado hacia el Norte de los autobuses de servicio suburbano.

Los paraderos en Santa Anita reciben once líneas de transporte, para cuyos autobuses se tienen 58 lugares de ascenso y descenso de pasaje, en cinco calles de 7.0 m. con sus correspondientes andenes de 5.0 m. cada uno.

El paradero se encuentra entre el acceso a la estación y el estacionamiento. Se accede a él por el eje vial 2 Oriente y se sale a la Calz. Coyuya.

El estacionamiento ofrece 225 cajones y se ubicó al oriente del paradero. Se resolvió con calles mínimas de 6.0 m., orientadas de Norte a Sur y el arreglo de los cajones se hizo en batería. El acceso y la salida se hacen por las mismas calles que las del paradero.

Línea 5

Dada la ubicación geográfica de la estación Pantitlán, en el límite oriental del Distrito Federal, su colindancia con el municipio de Netzahualcóyotl, en el Estado de México, y la captación que tiene la estación "Zaragoza" de la Línea 1 de usuarios procedentes de ese municipio, se consideró de mucha importancia crear una zona de llegada de autobuses que satisficiera la gran demanda de viajes diarios.

Esto significó la necesidad de construir un paradero con 70 posiciones de parada para autobuses urbanos y suburbanos. Este paradero está formado por doce andenes de 5 mts. y otras tantas calles para uso de los autobuses. Además, tiene una calle perimetral interior de 10.0 m. que ordena la circulación interior. A este paradero se accede y se sale por la Av. Río Churubusco.

Al norte del paradero y colindando con él, se proyectó un estacionamiento público en una superficie de aproximadamente 4000 m² con capacidad para 130 automóviles. Los cajones se acomodaron en batería, con calles mínimas de 6.0 m., orientadas de Norte a Sur y con acceso y salida por la calle de Gustavo Díaz Ordaz.

Cercano a la terminal poniente de la Línea 5, se ubicó el paradero de autobuses sobre la Calle Poniente 152. La capacidad del paradero llega a los 45 lugares para ascenso y descenso simultáneos de pasajeros.

En esta terminal se tienen cuatro calles de 7.0 m. para uso exclusivo de autobuses, y andenes de 3.4 m. El paradero está rodeado por una calle de servicio de 6.6 m. para uso de los vecinos de la zona.

Línea 6.

En la Línea 6, el mayor de los proyectos viales inducidos por las obras del Metro fue el correspondiente al paradero de autobuses urbanos y suburbanos y al estacionamiento para automóviles en la zona de Talleres "El Rosario".

El paradero se proyectó con los andenes paralelos al eje de la Estación terminal, con un ancho de 5.0 m. y longitud promedio de 250.0 m. las calles, para uso exclusivo de los autobuses, son de 7.0 m. de ancho y permiten acceso y salida libres a cualquier lugar de ascenso y descenso. Con ocho calles para autobuses y una para taxis, es posible tener hasta 146 autobuses simultáneamente.

El estacionamiento ocupa una superficie cercana a los 20 mil m² con 744 cajones para automóviles. Las calles se resolvieron con 6.0 m. de ancho mínimo y el acomodo de los cajones se hizo en batería. Las cinco calles principales, se orientaron de Norte a Sur. Tanto al paradero como al estacionamiento, se puede entrar por la Calz. del Rosario y salir por la Av. de las Culturas.

Obras inducidas

- 5.1 ADQUISICION DE PREDIOS
- 5.2 RESCATES ARQUEOLOGICOS
- 5.3 INSTALACIONES HIDRAULICAS
- 5.4 INSTALACIONES DE ALUMBRADO PUBLICO
- 5.5 INSTALACIONES DE LA RED DE SEMAFOROS
- 5.6 INSTALACIONES DE CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
- 5.7 INSTALACIONES DE TELEFONOS DE MEXICO
- 5.8 INSTALACIONES DE PETROLEOS MEXICANOS
- 5.9 INSTALACIONES DEL SERVICIO DE TRANSPORTES ELECTRICOS
- 5.10 INSTALACIONES FERROVIARIAS
- 5.11 INSTALACIONES DE LA SRIA. DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.
- 5.12 INSTALACIONES DE CABLEVISION
- 5.13 DESVIOS DE TRANSITO
- 5.14 ESPECIES VEGETALES
- 5.15 INSTALACIONES DIVERSAS



Al conjunto de Actividades Programadas, relativas a dar solución a todas aquellas interferencias que se presentan para llevar a cabo la construcción de una obra determinada, en este caso el Metro, las cuales se pueden desarrollar en forma independiente o paralela a la obra, es lo que tenemos como definición de OBRA INDUCIDA.

La manera para determinar cuando una instalación representa una Obra Inducida en general es la siguiente:

Definido un primer trazo o anteproyecto del Metro se realizan recorridos para verificar aquello que pueda afectar los trabajos, asimismo, se proporcionan estos primeros datos a aquellas Dependencias u Organismos que controlan o pueden intervenir en la solución de las Obras Inducidas, para que sobre los planos del trazo vacíen toda su información y así tener un programa general de los elementos que integran una interferencia.

Conociendo estos datos es factible revisar los anteproyectos con relación a la ruta elegida y realizar una primera evaluación de los alcances económicos de las Obras Inducidas, en su caso se podrán reanalizar los proyectos contemplados para efectuar las modificaciones pertinentes.

El procedimiento que se sigue con las Dependencias y Organismos es el siguiente:

Una vez conocido el proyecto para la construcción del 'Metro', se detectan las interferencias a lo largo del trazo y se solicita a cada uno de los organismos la elaboración del proyecto respectivo.

En base al programa de construcción, se generan órdenes de trabajo para el retiro de las interferencias en base a los proyectos ya elaborados.

En general las dificultades que se presentan en la elaboración de los proyectos, es el respetar las especificaciones de los diversos sistemas.

ADQUISICION DE PREDIOS

Las afectaciones que son generadas por la construcción de una Línea del Metro pueden ser ocasionadas por: trazo, estación, puesto de rectificación o estacionamiento; y los predios factibles de encontrar en esta situación pueden ser de propiedad particular, ejidal o federal.

Una vez conocido el proyecto del Metro y determinadas las afectaciones necesarias al mismo, debidamente justificadas, se realizarán los levantamientos de los predios afectados, marcando en ellos la zona requerida.

En el caso de ser de propiedad particular, se envían las Delegaciones del Departamento del Distrito Federal, las cuales se encargan de su adquisición, cuyo proceso para tal fin es el siguiente:

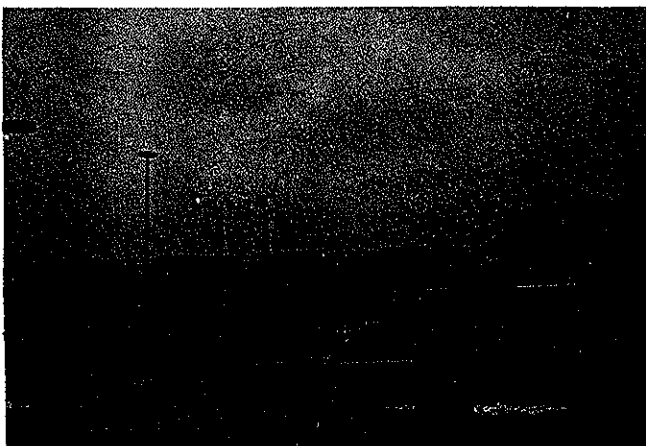
Solicitud de boleta predial y escrituras con el fin de acreditar la propiedad del inmueble; solicitud de avalúo a la Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales de la S.A.H.O.P.; trato con el propietario para llegar a un convenio de compra-venta en base al avalúo por medio del cual se establece generalmente el pago del 50 al 70 % a la firma del convenio y entrada al predio y del 50 al 30 % a la escrituración, esto con el fin de cubrir algún gravamen del mismo. Cuando exista algún inquilino ya sea que ocupe el predio

Obras inducidas

como vivienda o negocio, tendrá derecho al pago de una ayuda social debido a los gastos que con el desalojo se le presentan.



Estas adquisiciones de predios particulares para uso de las instalaciones del Metro, ocasionaron regeneraciones urbanas muy importantes, ya que en muchos lugares en donde existían asentamientos irregulares con servicios ínfimos, se convirtieron en zonas con excelente transporte, abundantes extensiones jardinadas y vialidades amplias y expeditas que incitaron a sus moradores a su superación en varios aspectos.



Para los predios ejidales debido a su carácter jurídico es necesario realizar una solicitud de expropiación ante la Secretaría de la Reforma Agraria; así como realizar el pago de cosechas, construcciones y terrenos, conforme lo dictamine la Dirección de Catastro de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

En el caso de predios de propiedad federal que pueden pertenecer a Instituciones tales como el Instituto Mexicano del Seguro Social, Comisión Federal de Electricidad, Ferrocarriles Nacionales de México, etc., se puede llegar a acuerdos más directos, mediante convenios particulares o realizando permutas por otros predios propiedad del Departamento del Distrito Federal.

Como un dato sumamente interesante de comentar, se presenta a continuación una Tabla Resumen que muestra el número total de predios adquiridos en las diferentes Líneas del Metro, los cuales arrojan un área total de aproximadamente 25 veces el área que ocupa la Plaza de la Constitución, asimismo se contempla la superficie total de edificaciones que hubo que demoler.

Línea	Predios Afectados	Áreas en Terreno (m ²)	Áreas en Edificación
1	41	5,647.67	7'167.16
2	69	164,565.96	127'636.10
3	208	261,265.90	31'496.99
4	410	164,477.37	93'766.94
5	415	229,173.40	81'131.95
6	169	471,444.99	21'168.73
7	80	55,139.89	21'879.56
TOTAL	1,392	1'351,715.58	384'247.43

RESCATES ARQUEOLÓGICOS

La colaboración entre la Arqueología y la Ingeniería Civil en la construcción del Metro, ha dado como resultado que, aprovechando las obras civiles y de acuerdo a la Ley de Protección y Conservación de Monumentos Arqueológicos se detectaran, descubrieran y rescataran numerosos indicios y restos culturales de los antiguos pobladores del Valle de México.

Paso a paso, a medida que se iniciaban los trabajos de trazo de las nuevas Líneas, los equipos de Arqueología, basados en el estudio de investigaciones anteriores, localizaban el sitio para efectuar pozos estratigráficos y así poder descubrir indicios importantes de sitios arqueológicos de las más variadas magnitudes.

Al detectarse un sitio con material arqueológico en el trazo de una Línea, se procedía a trabajar la zona del núcleo lo más rápido posible, con el objeto de rescatar la información y adelantarse a las obras civiles. De tal manera que cuando llegaba la hora de vaciar el núcleo, ya todo el material arqueológico estaba localizado, explorado y, si era conveniente, transportado a otros sitios para su estudio. Estos avances disminuían de una manera notable e importante, la interferencia para la construcción de las obras.

Así fue a lo largo de la construcción de las diversas Líneas, ya fueran éstas de superficie, elevadas o subterráneas. La vigilancia arqueológica encontró una gran cantidad de información científica que aumentaba considerablemente el conocimiento de las características históricas de la Ciudad de México y sus áreas aledañas durante los períodos Teotihuacano, Tolteca, Tecpaneca, Mexica, Novohispano, Contemporáneo, etc., que pueden servir para incrementar el acervo cultural y como información para los urbanistas actuales y futuros.

Durante estos trabajos se pudo explorar y conocer las características de las antiguas calzadas que comunicaban a la Isla con la tierra firme y constatar que después de 600 años siguen siendo la parte más importante de la red vial metropolitana.

Se obtuvo valiosa información de un buen número de aldeas y poblaciones Teotihuacanas de las que no se tenía noticia, asimismo se conoció una "Zona Industrial" de la Metrópoli al explorar un conjunto de aldeas salineras que, como se sabe, surtían del preciado producto a todas las poblaciones dominadas por el Imperio Mexica.



Restos constructivos de un complejo para obtener sal, donde se observan tinajas, hornos y desagües. La estructura forma parte de una Aldea Salinera, excavada en Zacatenco, D.F., dentro de las obras de construcción de la Línea 3 Norte. Corresponde a un asentamiento en las orillas del Lago de Texcoco, durante el apogeo del Estado Mexica, en el período Postclásico Tardío (1400-1521 D.C.).

Sus calzadas, canales, embarcaderos, casas y poblaciones; así como sus chozas y bodegas, hoy se conocen mejor gracias a la información que se ha conseguido durante los trabajos de construcción del Sistema de Transporte Colectivo Metro y es ejemplo de la colaboración entre los profesionales de las ramas de la Ingeniería y de la Antropología.

Las obras del Metro que se inician en 1967 y que cruzan el Centro de la Ciudad, rescataron valiosa información relacionada con el recinto ceremonial de México Tenochtitlán. Con las obras de ampliación del Sistema a partir de 1977 surgió la posibilidad de ampliar las referencias arqueológicas en diferentes zonas al ser afectadas por las obras. Sucediéndose una serie de hallazgos en las diversas Líneas en construcción, pudiendo rescatar información que va, cronológicamente, desde la prehistoria hasta la época virreinal.

Los continuos hallazgos de restos de mamut en las Líneas 3 Sur, 3 Norte, 4, 5 y 6 permiten corroborar que la cuenca del Valle de México estuvo poblada en el Período Pleistocénico por numerosos animales de esta especie.

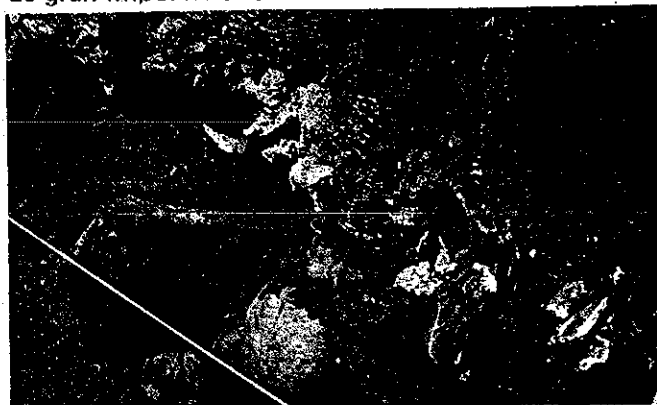


Durante el período pleistocénico fue abundante la presencia de mamuts en la Cuenca del Valle de México. Restos de estos ejemplares han sido encontrados en las obras del S.T.C. Metro de las Líneas 3 Norte, 3 Sur, 4, 5 y 6.

En la fotografía se muestra parte del proceso de excavación y rescate de la osamenta de un mamut "Emperador", encontrado en Zacatenco, D.F. a 17 m. de profundidad y que debió morir empantanado en las orillas fangosas del antiguo Lago de Texcoco.

Por otra parte, se ha incrementado el conocimiento de los períodos culturales poco estudiados dentro del Área Metropolitana, excavándose vestigios de varios asentamientos correspondientes al período clásico Teotihuacano (0-700 D.C.) en zonas como el Peñón de los Baños (Línea 5) en la Col. del Valle (Línea 3 Sur) y en Mixcoac (Línea 7).

Así también el salvamento arqueológico en las obras del Metro ha brindado la oportunidad de explorar sitios que el crecimiento Urbano había absorbido y que de otra manera jamás hubieran podido ser examinados. Destacan por su importancia una aldea Salinera Mexica en Zacatenco (Línea 3 Norte), el Barrio Mexica de Atlitxco, en la Candelaria de los Patos (Línea 4), parte del importante Imperio Tecpaneca, en Azcapotzalco y Tacuba (Línea 6 y 7), la calzada que unía Tenochtitlán con Tepeyac (Línea 5); vestigios de la época Virreinal en la Piedad (Línea 3 Sur) y Tacuba (Línea 7 y 2 Poniente); amén de muchos otros hallazgos que integran información de gran importancia.



Los Tecpanecas de Azcapotzalco, fueron el pueblo que detentó el poder en toda el área, hasta la llegada de los Mexicanos. A través de la construcción de la Línea 6, numerosos hallazgos han permitido rescatar valiosa información que ayudará al mejor conocimiento de los antiguos pobladores de esta región.

La foto muestra parte de una zona de enterramientos, en donde se rescataron 326 esqueletos humanos, junto a numerosas y diversas ofrendas.

Como se puede ver a través de esta breve reseña, la obra del Metro representa una oportunidad inmejorable de investigación, para el entendimiento integral de la historia de nuestra metrópoli.

INSTALACIONES HIDRAULICAS

El trazo del Metro, en cualquiera de sus soluciones, encuentra interferencia con las redes hidráulicas existentes que forman parte de la infraestructura de la ciudad.

Las calles o avenidas que presentan mayor continuidad alojan en ellas las tuberías más importantes de la ciudad y con frecuencia coinciden con el trazo de nuevas líneas del Metro. La infraestructura hidráulica se ha trazado preferentemente en camellones o ejes de vialidad y las condicionantes del Metro obligan a ocupar estos mismos lugares.

Actualmente, el Departamento del Distrito Federal opera tuberías para agua potable en diámetros de 10, 15 y 30 cm. (4", 6" y 12") en la red secundaria y 50, 91 y 122 cm. (20", 36" y 48") en la red principal. En cuanto al drenaje, los diámetros comunes son 30, 38 y 45 cm. en atarjeas, 60, 76 y 91 cm. en subcolectores, 107, 122, 152, 183, 213, 244 y 305 cm. en colectores. Todas éstas, en mayor o menor importancia, han interferido con las obras de la segunda y tercera etapas de ampliación del Metro.

Criterios Generales para la Solución de Interferencias Hidráulicas Municipales

La interferencia de tuberías municipales con el trazo del "Metro", puede ser longitudinal o transversal y a su vez, de agua potable o drenaje.

Agua Potable. Las Líneas secundarias afectadas longitudinalmente, se relocalizan en la misma avenida, ya sea en ambos lados de la vialidad o en uno sólo, según convenga al procedimiento constructivo de las obras principales. Las Líneas de la red primaria pueden ser reubicadas en la misma avenida, dependiendo del espacio disponible, o cambiar su trazo a una calle paralela al Metro. Las interferencias transversales se desvían localmente, mediante el procedimiento de desvíos puntuales (By - Pass), complementando con sifones, galerías y otras estructuras.

Drenaje. Las atarjeas siempre se reponen en la misma avenida, con una o dos líneas de servicio, dependiendo del procedimiento constructivo del Metro. Los colectores presentan la opción de poder relocalizarse en calles paralelas cuando el espacio colindante con el Metro es limitado. El caso de interferencia transversal, se soluciona también con desvíos cortos tipo "By - Pass" cuando el perfil del Metro lo permite y sólo en casos extremos se recurre al diseño de sifones invertidos.

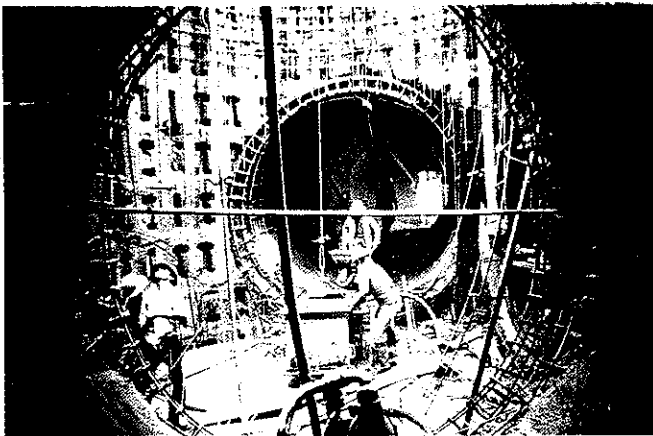
Ampliación Línea 3 al Norte

Los tramos subterráneo y superficial, así como los Talleres "Ticomán", indujeron obras hidráulicas características de cada uno de ellos. En el primer caso, se interfirió con los colectores Héroes, Consulado, San Juan de Letrán y Once; en el segundo, se hicieron necesarios varios cárcamos de bombeo en las vialidades deprimidas y en el tercero se requirieron nuevos colectores para captar y conducir los escurrimientos pluviales.

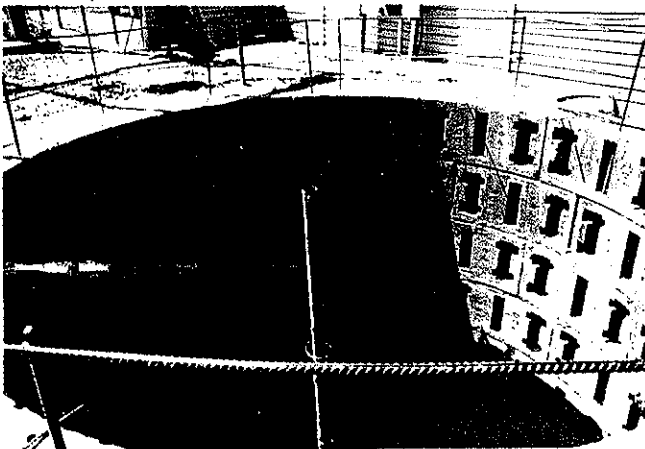
Los principales proyectos que esta Línea indujo se describen a continuación:

Desvío de colectores en Glorieta La Raza: al cruzar el Metro este entroke vial interfirió con tres importantes colectores de la Ciudad, el Río Consulado y los interceptores Héroes y San Juan de Letrán, cuyos diámetros son 315, 250 y 214 cm., respectivamente. Para solucionar este problema se diseñó un sistema de túneles, de 340 y 250 cm. de diámetro

y longitudes de 350 y 530 m., respectivamente (Fotos 6 y 7). Esto permitió, además de librar el cajón del Metro, y conducir las aguas negras de los trenes colectores al Gran Canal, mediante la planta de bombeo La Raza, o descargar al drenaje profundo mediante la obra derivadora del mismo nombre.



Desvío del Colector Once en la Glorieta Potrero: Los tramos subterráneos de Línea 3 Norte, enlace de Líneas 3 y 5, así como la rampa poniente del Puente Cuitláhuac con el colector Once, de 244 cm. de diámetro, localizado en la Avenida Cuitláhuac. En este caso se proyectó un desvío de tubería de 244 cm. de diámetro y 210 m. de longitud, en la misma avenida y al sur de la posición original, y un túnel de 240 cm. de diámetro y 160 m. de longitud, para cruzar bajo el cajón del Metro y conectar a la obra derivadora Potrero. Lugar donde el agua puede continuar su curso hacia el Gran Canal, o caer al drenaje profundo mediante la adecuada operación de compuertas.



Colector para Talleres "Ticomán" el terreno ocupado por los Talleres "Ticomán" funcionaba como un vaso regulador de escurrimientos pluviales en la zona Norte de la Ciudad. Los proyectos de rasante y pavimentos generan aportaciones pluviales de importancia que no deben verterse a los congestionados colectores locales. Por lo que fue necesario proyectar en una primera etapa, la descarga de los Talleres al colector 13 norte, mediante 300 m. de tubería de 11 cm. de diámetro y en una segunda etapa, un nuevo colector con trazo por la lateral oriente de la Avenida Insurgentes, a partir de Acueducto, hasta Lindavista, continuando por Buen Tono para conectar con el Colector 15 en Ricarte; se calcularon diámetros de 122, 152 y 183 cm. y longitudes de 900, 720, y 1050 m. respectivamente.

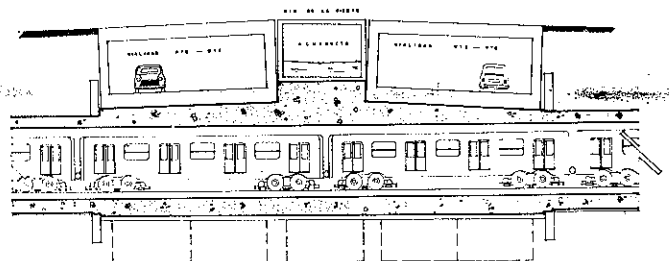
Ampliación Línea 3 al Sur.

El trazo de esta línea del Metro, con orientación Norte-Sur cruza una serie de colectores que debido a la configuración topográfica de la ciudad, conducen sus aguas en sentido Poniente-Oriente. Debido a las características del suelo y otras limitantes de la obra, no resultó apropiado deprimir el perfil del Metro para librar estas interferencias, excepto en el cruce con el Viaducto Miguel Alemán; por lo demás, se solucionó con el diseño de sifones invertidos.

Los proyectos hidráulicos inducidos más importantes son los siguientes:

Cruce con el Viaducto Miguel Alemán.

La solución adoptada para realizar este cruce, fue la de deprimir el Metro de tal manera que liblara, tanto las estructuras viales correspondientes al Viaducto, como el cajón del entubamiento del Río de la Piedad.



A pesar de que se modificó el perfil del Metro, se tomaron medidas de seguridad para evitar probables fallas del cajón del entubamiento que tiene una capacidad de 42 metros cúbicos por segundo, y que en épocas de gasto mínimo conduce 8 metros cúbicos por segundo. Para cubrir las medidas de seguridad, se proyectó un desvío para conducir el caudal de estiaje en dos tubos de acero (de 0.91 m. de diámetro) a cada lado del cajón del Río de la Piedad, lo que permitió tunelear bajo las estructuras existentes.

Tomando como base las características particulares de la construcción del cruzamiento, es conveniente dar una descripción general de ellas, a continuación se describe su proceso:

- Se ranuraron en forma alternada las losas de piso y techo de los cajones del Viaducto y el cajón del Río con el objeto de construir los muros tablaestaca, que constituyen la estructura de contención.
- Ya construidos los muros, se colocaron vigas de acero apoyadas sobre dichos muros, y se ligaron por medio de tensores, a las losas de piso con el fin de sujetarlas, ya que en el momento de realizar el tuneleo, quedarían sin soporte inferior.
- Antes de iniciar la excavación y debido a que el núcleo de suelo estaba constituido por estratos de material limo-arenosos y arcilla con capas de arena fina, intercalados todos ellos con un alto contenido de agua (estos materiales formaban el lecho del antiguo Río de la Piedad) fue necesario efectuar un tratamiento del núcleo mediante una inyección de consolidación constituida por una lechada de agua-cemento y productos químicos a una presión de inyección de 15.0 kg/cm².

Una vez finalizada la inyección de consolidación e instalado el sistema de bombeo para el abatimiento del nivel de aguas freáticas, se inició la excavación del cruce, el cual se realizó por etapas de 4.0 m. de longitud.

Conforme la excavación avanzaba y descubrían los muros tabla estaca laterales, se instalaron troqueles tubulares de lado a lado en elevaciones previamente establecidas, con el fin de evitar cualquier desplazamiento lateral de la estructura de contención. Una vez que en cada etapa se alcanzaba la profundidad de desplante correspondiente, se coló la losa de piso de una zona y a continuación los muros estructurales. Este proceso se siguió hasta tener totalmente excavado el cruce; posteriormente se realizó la construcción de la losa de techo del cajón del Metro la cual soportaría a las estructuras de las vialidades y del Río de la Piedad.

Finalmente realizó una inyección de contacto con el objeto de rellenar el hueco que se forma por la contracción del concreto durante su fraguado, para así asegurar el contacto entre las estructuras existentes y la losa construida.

Ahora bien, otros de los proyectos hidráulicos importantes en esta ampliación son los siguientes:

Sifones en Av. Cuauhtémoc.— Mediante desvío corto, tipo "By Pass" y sifón invertido, se resolvieron las interferencias de los colectores 10 Baja California, 12 Obrero Mundial, 12 B Morena, 14 Romero de Terreros, 16 Eugenia y 18 Matías Romero, cuyos diámetros son 152, 183, 213, 183, 183 y 152 cm. respectivamente.

Desvío de 2 líneas de la red primaria de agua potable, 122 cm. (48") de diámetro, en la Glorieta Francisco Villa.

Estas se localizan en la Avenida División del Norte e interfieren con los accesos y cabecera de la Estación del mismo nombre, se proyectó su reubicación al Oriente del mismo entronque vial, requiriéndose una galería continua de 180 m. de longitud para alojar ambas tuberías, y un diseño especial de cajas para operar 4 válvulas de 122 cm. (48") de diámetro, en cada pegue.

Línea 4

Esta Línea, al igual que las otras encuentra interferencia con el sistema de distribución de agua potable y con la red general de drenaje de la ciudad.

La ubicación de zapatas para columnas en el primer caso, o el área de la franja ocupada por Metro, en el segundo, obligan a efectuar desvíos de líneas para agua potable en diámetros que varían de 10 cm. (4") hasta 122 cm. (48"), así como desvíos de tubería para drenaje, desde 30 cm. hasta 305 cm. de diámetro.

Los principales proyectos para solucionar interferencias con agua potable son:

Desvío de tubería de 122 cm. (48") de diámetro, en Av. Fco. Morazán, entre Guillermo Prieto y Taller, relocalizada al oriente de la misma avenida, en una longitud de 800 m., con un sifón invertido en el cruce de la Av. Morelos.

Desvío de tubería de 122 cm. (48") de diámetro, en Av. Fco. Morazán, entre Gral. Anaya y Auza, con trazo por Gral. Anaya, Juan de la Granja y Auza, incluyendo tres sifones invertidos para librar el colector Morazán, en túnel de correspondencia entre estaciones Candelaria y el tajo de Metro, respectivamente.

Desvío de tuberías de 91 cm. (36") y 81 cm. (32") de diámetro, en Imprenta, entre Alarcón y Alpañiles, relocalizadas al Oriente de la misma calle, con longitud de 420 m.

Desvío de tubería de 122 cm. (48") de diámetro, en Av. F.C. Hidalgo, entre Fénix y Oriente de la misma avenida, en una longitud de 1,100 m., con un sifón invertido en el cruce con el acceso oriente de la Estación "Martín Carrera".

En cuanto a los proyectos de drenaje inducidos por esta Línea, se consideran como más importantes los siguientes:

Desvío del colector Morazán, entre Av. Morelos y L. Boturini relocalizado al poniente de la Av. Morazán, en una longitud de 1000 m. y diámetros de 60 cm., 91 cm., 183 cm., y 244 cm. usados indistintamente, en la tubería.

Desvío del colector Morazán, entre Gral. Anaya y Auza, con un nuevo trazo por Gral. Anaya, Juan de la Granja y Auza, en una longitud de 625 m. y diámetro en la tubería de 244 cm.

Desvío del colector 13 en F. C. Hidalgo, entre Fénix y S. J. de Aragón, con nuevo trazo por Fénix y Gollondrinas, 152 cm. de diámetro y longitud de 200 m.

Línea 5

Es la Línea más larga de la segunda etapa y en consecuencia la que genera mayor cantidad de proyectos hidráulicos inducidos. Los más importantes son:

Colector López Mateos. Se inicia con las descargas del Aeropuerto a la Avenida Hangares, con trazo en el lado Norte de esa avenida, continuando por Braniff, López Mateos y Uruchurtu, hasta la planta de bombeo que descarga al Río Churubusco. Se diseñó con diámetros de 107, 122 y 152 cm. y longitudes de 1690, 1740 y 210 m. respectivamente.

Drenaje pluvial y cárcamos de bombeo en vialidades deprimidas. Con un sistema de atarjeas, se captan los escurrimientos pluviales de los pasos a desnivel: Hangares, Oceanía, Tlacos, Gran Canal, Molina, Inguarán, Ferrocarril Hidalgo, Guadalupe-Misterios, Abundio Martínez y Potrero; conduciéndolas, en cada caso, a un cárcamo de bombeo, con capacidad instalada hasta de 300 litros por segundo, para descargar a través de otro cárcamo de traspaleo, al drenaje Municipal.

Desvío del Río Consulado

El trazo del Metro en el camellón de la Avenida Río Consulado y la solución vial proyectada para continuar el Circuito Interior a base de depresiones en esta vialidad en los cruces con importantes avenidas, determinaron de una manera decisiva desviar en su totalidad al colector Río Consulado desde la Calle Paganini, hasta el Gran Canal. Sin embargo llevar a cabo esta acción significaba eliminar una importante aportación hidráulica de $4\text{ m}^3/\text{seg.}$ que a través del Gran Canal se entregan al Distrito de Riego de Tula con fines agrícolas en épocas de sequía.

Para lograr la construcción, tanto del Metro como del Circuito Interior, se realizó un exhaustivo estudio a nivel de autoridades de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, dependiente del Departamento del Distrito Federal y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, así como con los ejidatarios directamente afectados.

La solución se apoyó en las facilidades que los ejidatarios de la zona en cuestión, proporcionaron al permitir que durante 9 meses no recibieran aportación hidráulica en su zona de riego.

Finalmente, los técnicos con su acertada decisión de cancelar este colector y no restituirlo, sino integrarlo al colector que corre en forma paralela sobre la Av. Robles Domínguez, lograron obtener un ahorro aproximado de más de \$ 500 millones, así como el disminuir un gran tiempo en la construcción de esta línea y salir airosos en los programas impuestos al inicio de esta etapa.

Desvío del colector 9 y 9 Norte: estos colectores fueron afectados a lo largo de la Avenida Río Consulado por las vialidades deprimidas y las Estaciones del Metro. El colector 9 Norte se desvió por Ochoa Miranda y Misterios, con descarga al colector Once en Robles Domínguez. El colector 9 se seccionó, desviando una línea por Veta Grande, Platino y Estaño, para descargar en la planta de bombeo 5 - A del Gran Canal; y la otra se conserva en el lado Norte de la Avenida Río Consulado, rodeando la Estación "Eduardo Molina" hasta llegar a la planta de bombeo No. 5. Las obras de este desvío requirieron diseñar tubería con diámetros de 60, 76, 91, 107, 122, 152 y 213 cm., que fue implementada en longitudes de 170, 780, 630, 590, 1390, 1190 y 35 m. respectivamente.

Desvío de colector Cien Metros: por interferencia longitudinal con el trazo del Metro, este colector, al cual se le unió el Poniente 140, se relocizó en el lado oriente de la Avenida 100 Metros, entre Otavalo y Azcapotzalco - La Villa, continuando por ésta y después por Etén, para conectarse al colector 15 en la Avenida Fortuna, consta de 250 m. de tubería de 122 cm. de diámetro y 1820 m. de 213 cm.

Desvío de líneas principales para agua potable: en los pasos deprimidos de las Avenidas Ferrocarril Hidalgo y Misterios, se proyectaron desvíos de tubería de 122 cm. (48") de diámetro, alojándolas en la estructura de los respectivos puentes para cruce de la Avenida Río Consulado, utilizando 240 m. de tubería. En el tramo entre Estaciones T A N e I P se relocizaron tuberías de 91 cm. (36") y 122 cm. (48") de diámetro, por interferencia con el tajo y acceso poniente de la Estación T A N, en una longitud de 400 m.

Línea 6

Subterránea en toda su longitud y con mejores características en el subsuelo que la compone, permitió integrar prácticas soluciones en los desvíos de colectores y tuberías de Agua Potable deprimiendo el perfil del Metro en los cruces con las Obras Inducidas importantes, de esta manera las interferencias se limitaron a pequeños desvíos puntuales. Sin embargo no siempre se pudo solucionar estos problemas con facilidad, dado que lo angosto de las calles y avenidas por donde se localiza el trazo, indujo gran cantidad de desvíos longitudinales.

La magnitud de las interferencias hidráulicas fue tan grande que en algunos casos hubo que modificar el trazo del Metro para salvar importantes tuberías con el consiguiente ahorro en costo y en tiempo de ejecución de la obra. Tal es el caso del colector 15, que obligó a cambiar el trazo de esta línea entre las estaciones "Rosario-Tezozomoc" y "Tezozomoc-Azcapotzalco."

Colector para Talleres "El Rosario": para drenar la zona oriente de Talleres, se proyectó un sistema de subcolectores en las Avenidas San Carlos y El Rosario, de 60, 76 y 91 cm. con longitudes de 340, 375 y 320 m., respectivamente, los cuales forman el colector Puente de Guerra, de 107 cm. de diámetro y 570 m. de longitud, conectado provisionalmente al colector Parque Vía, con un cruce sobre el cajón del Metro. Para la zona poniente, que incluye paraderos y estacionamientos, se proyectó un nuevo colector con trazo por Tierra Caliente, Tierra Fría, lado sur de la Avenida Aquiles Serdán, en la que capta al colector Puente de Guerra, continuando por Mimosas hasta conectarse al colector Quince en la Avenida 16 de Septiembre, requiriéndose 760 m. de tubería de 122 cm. de diámetro y 690 m. de 152 cm.

Desvío de líneas principales para agua potable: se diseñaron 2 desvíos cortos de 122 cm. (48") de diámetro, en Av. El Rosario, uno para cruzar con galería el cajón del Metro de 54 m. de longitud y otro para librar el colector San Carlos, de 40 m. de desarrollo. En el mismo diámetro, se tienen cruces, sobre el cajón del Metro en Tepantongo, Granjas y Norte 35, resueltos con desvío en el primer caso y sustituciones en los siguientes, sumando una longitud de 235 m.

Línea 1

La Línea 1 sólo tuvo interferencias secundarias, resueltas conforme a los criterios generales establecidos.

Línea 2

Algunas de las obras inducidas más interesantes de esta Línea fueron las siguientes:

Desvío del Colector Moliere en México - Tacuba y Lago Argentina: por procedimiento constructivo del Metro se requiere un desvío corto de este colector, cruzando sobre el cajón, con tubería de 183 cm. de diámetro, 30 m. de longitud y estructuras especiales de conexión.

Alivio del colector Refinería: para caso crítico de funcionamiento de este colector, se proyectó una línea de 152 cm. de diámetro, con trazo por México-Tacuba y Lago Musters, cruzando el cajón del Metro, para conectarse en Lago Fontana al colector de 183 cm.

Desvío de líneas principales para agua potable. En los cruces de trazo del Metro con Lago Superior y Ahuizotla, se diseñaron desvíos con galerías sobre el cajón, con una longitud total de 240 m.

Línea 3 Sur (Tercera etapa)

Al continuar esta línea hacia Ciudad Universitaria, el tramo de cajón convencional encuentra algunas interferencias importantes que se describen a continuación.

Desvío del colector 22 José Ma. Rico. Para evitar un sifón se desvió el colector por Avenida Amores, Rodríguez Saro y lateral oriente de Avenida Universidad, aumentando su diámetro a 183 cm., en una longitud de 750 m., con un cruce sobre el cajón del Metro.

Desvío del Río Churubusco en el cruce con Avenida Universidad. El procedimiento constructivo del Metro obligó a efectuar 2 desvíos laterales con tubería de 152 cm. de diámetro y a sustituir las 2 líneas existentes de 213 cm., por otras del mismo diámetro colocadas en diferente elevación.

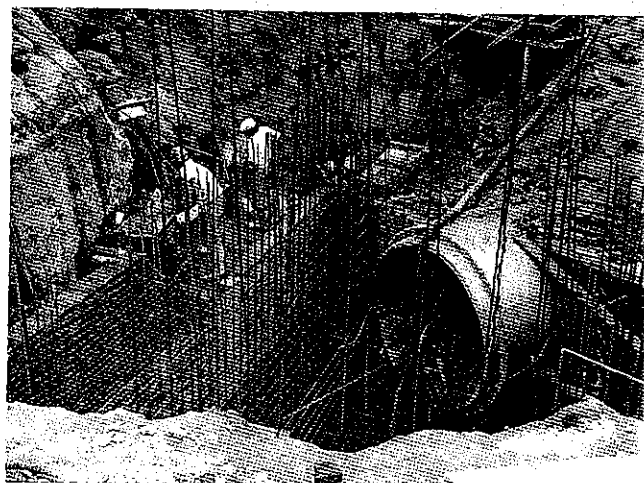
Desvíos de líneas principales para agua potable. Se proyectó un desvío corto con galería sobre el cajón del Metro en José Ma. Rico en 91 cm. (36") de diámetro y 70 m. de longitud. En cuanto a tubería de 122 cm. (48"), se diseñó un desvío paralelo al trazo del Metro, entre Olloqui y Río Churubusco y otro entre 5 de Mayo y Minerva, sumando una longitud de 730 m.

Línea 5

Esta línea indujo dos obras importantes que se detallan a continuación:

Desvío del colector 100 Metros Interfiere longitudinalmente, con el trazo de la Cola IPN y con el acceso oriente de la Estación "Politécnico." Se proyectó el desvío en el lado oriente de la Avenida 100 Metros, utilizando tubería de 107, 122 y 152 cm. de diámetro y longitudes de 51, 485 y 155 m., respectivamente.

Desvíos de líneas principales para agua potable. Estación "Politécnico." En la cabecera sur se diseñó una galería para cruzar bajo el tajo de Metro, de 122 cm. (48") de diámetro y otra galería sobre el acceso oriente de la Estación, sumando 100 m. de desarrollo.



CANTIDADES Y DIAMETROS DE TUBERIA PARA DRENAJE Y AGUA POTABLE UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION DEL METRO EN ESTA ETAPA.

AGUA POTABLE DIAMETRO	LONGITUD (m)
10 cm. (4")	14,151
15 cm. (6")	8,458
30 cm. (12")	12,206
51 cm. (20")	5,076
91 cm. (36")	3,178
122 cm. (48")	2,906

Con objeto de tener una idea aproximada de enorme cantidad de tuberías de agua potable y drenaje que hubo que desviar, para dejar libre el paso la construcción del Metro, se presenta a continuación un resumen indicativo de las tuberías que se adquirieron, así como el diámetro de cada una de ellas.

II DRENAJE

DIAMETRO (cm)	LONGITUD (m)
30	59,607.00
38	13,089.00
45	7,501.00
60	7,445.00
76	5,122.00
91	4,035.00
107	4,399.00
122	8,947.00
152	5,101.00
183	2,183.00
213	4,423.00
244	1,632.00
305	27.00
SUMA 124,511.00	

Lo anterior significa que se utilizaron para la 2a. y 3a. etapa de ampliación del Metro 45.98 km. de tubería para desvíos de Agua Potable y 124.5 km. para desvíos de tuberías para drenajes. Dato interesante resultó dar un índice de la cantidad de tubería en ambas especialidades que se utilizaron por kilómetros de construcción del Sistema de Transporte Colectivo, "Metro" considerando que se llevaron a cabo desvíos hidráulicos para los 57.37 km. de Metro que integran esta etapa de construcción.

Para Agua Potable: $\frac{\text{Tubería}}{\text{Metro}} = \frac{45.98}{57.37} = \text{Índice} = 0.80$ km/km de construcción de Metro.

Para Drenaje $\frac{\text{Tubería}}{\text{Metro}} = \frac{123.5}{57.37} = \text{Índice} = 2.15$ km/km. de construcción.

* En la longitud total de la red en esta etapa de ampliación no está considerada la Línea 7 del Metro.

INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO

A lo largo de las Líneas del Metro construidas, así como en las vialidades se encontraron instalaciones de Alumbrado Público, mismas que aprovechando la magnitud de la obra, fueron restituidas mejorando el nivel de iluminación con menor consumo de energía eléctrica. Todo lo anterior de acuerdo con la Oficina de Alumbrado Público de la Dirección General de Obras Públicas bajo las siguientes premisas:

a) Vías Rápidas.

En vías rápidas se colocaron lámparas de vapor de sodio de baja presión de 135 y/o 180 watts con una altura de montaje de 12 metros y en los pasos a desnivel, luminarios rectangulares con lámparas de vapor de sodio de alta presión, no mayor de 250 watts. El nivel inicial mínimo de iluminación fue de 50 luxes.

b) Vialidades Principales.

Se colocaron luminarios cuadrados con lámparas de sodio de alta presión de 400 watts, montados en USM en cruces principales y el resto en arbotantes existentes con un nivel inicial mínimo de iluminación de 30 luxes.

c) Vialidades Primarias.

Luminarios marca Wide Lite (Soler) y Lumisistemas (Cromalite) ó similar con lámparas de vapor de sodio de alta presión de 250 watts con una altura de montaje de 9 metros y con un nivel inicial mínimo de iluminación de 25 luxes.

d) Vialidad Secundaria y Terciaria.

Luminarios marca Wide Lite (Soler) y Lumisistemas (Cromolite) ó similar con lámparas de vapor de sodio de alta presión de 250 watts con una altura de montaje de 9 metros y con un nivel inicial mínimo de iluminación de 18 luxes.

En el transcurso de las obras, en tanto se colocaba el nuevo alumbrado, se instalaron lámparas en forma provisional, a fin de que las calles permanecieran iluminadas a pesar de haberse retirado el alumbrado existente por necesidad de la obra.

INSTALACIONES DE LA RED DE SEMAFOROS

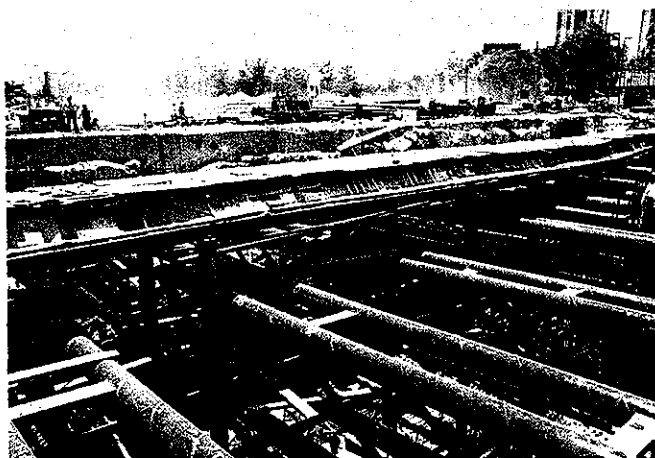
Cuando hubo necesidad de afectar instalaciones de semáforos, se coordinó con la Oficina de Semáforos de la Dirección General de Policía y Tránsito el movimiento de los mismos y se dió apoyo durante el tiempo en que se reubicaron las instalaciones con personal de seguridad de COVITUR, así como elementos de la Dirección General de Policía y Tránsito.

INSTALACIONES DE LA CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO

A lo largo de las líneas del Metro que se construyeron, se encontraron instalaciones aéreas y subterráneas de la Cía. de Luz y Fuerza del Centro, de baja, alta y muy alta tensión, mismas que por procedimientos constructivos o requerimientos de la Cía. de Luz y Fuerza o del Sistema de Transporte Colectivo hubo necesidad de hacer movimientos provisionales o reubicaciones definitivas.

Por tratarse de un servicio tan importante en la vida de la ciudad y en la actividad industrial no fué posible retirarlos o reubicarlos, mientras no se tuviera la forma de seguir proporcionando la energía eléctrica. Debido a esto, se generaron movimientos que tuvieron que programarse de tal manera de tener los desvíos alternos totalmente terminados para interrumpir el servicio únicamente el tiempo indispensable para conectar el desvío y en algunos casos hacerlo con línea viva, es decir, con el sistema energizado. Esta labor se hacía generalmente en fines de semana a fin de causar el mínimo de molestias a los usuarios.

En los casos de las líneas aéreas que pasaban sobre el Metro, en los tramos en que éste circulaba superficialmente se pasaron a subterráneos y además se dejaron previstos algunos pasos bajo el Metro, con el objeto de no interferir en un futuro con cruces de ductos

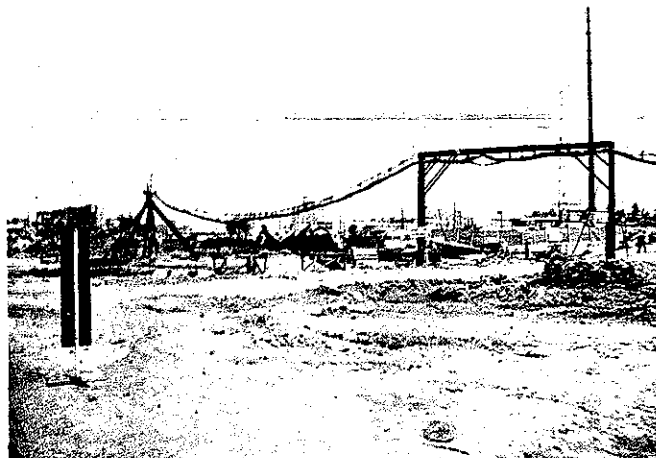


Dentro de toda esta problemática, cabe mencionar algunos casos que, dada su importancia, requirieron de una coordinación y labor especial, como lo fueron el movimiento de las líneas aéreas de 85 y 230 KV., que van por el camellón poniente de Insurgentes Norte y los que cruzan en Oceanía y Río Consulado, en las que se cambiaron algunas de las torres tradicionales por super postes que ocupan menor área y son más estéticos. Otro de los casos fué el de la protección con arena térmica y sostenimiento de los cables subterráneos de 85 y 230 KV., a lo largo de la Av. Morazán y sobre Av. Universidad en la Estación 'Bancomer', en donde se tuvo que diseñar una estructura metálica especial para que quedaran suspendidos mientras se construía la estación.

Todos estos trabajos se realizaron con la constante supervisión de la Cía. de Luz y Fuerza del Centro, por lo que aprovechamos esta oportunidad para reconocer públicamente la encomiable labor de todo el personal de esa Compañía.

INSTALACIONES DE TELEFONOS DE MEXICO

En esta era de las comunicaciones, el teléfono se considera un servicio de primera necesidad y como tal se le debe tratar, por lo que las interferencias tanto aéreas como subterráneas de líneas troncales, principales y secundarias, que se localizaron a lo largo de las líneas del Metro, fueron desviadas por otras calles y en los casos en que no fue posible se les protegió a base de 2 medias cañas metálicas o se les añadió cable para poderlos elevar o hacer gasas y dejar libres las áreas de trabajo y/o permitir el paso del equipo de construcción, todos estos movimientos sin suspender el servicio telefónico.



En todas las Líneas se encontraron instalaciones de Teléfonos de México, pero hubo lugares en que nos encontramos con el paso de troncales muy importantes como en Boulevard Aeropuerto en el que se colocaron 4,400 metros de ducto de una vía o sea 1,100 metros de ducto de teléfonos de 4 vías, y se tuvieron que cablear 30,500 Km/par; en Guadalupe-Misterios con Río Consulado se colocaron 5,500 metros de ducto de una vía y cableado de 2,900 Km/par; en la Glorieta Potrero se instalaron 23,500 metros de ducto de una vía y 3,300 km/par de cable; en Universidad y Coyoacán se pusieron 1,100 metros de ducto de una vía y 4,200 km/par de cable. Considerando que se tuvieron que unir par con par en forma manual, se comprende que fue una labor muy minuciosa y por lo tanto lenta.

INSTALACIONES DE PETROLEOS MEXICANOS

Las instalaciones de Petróleos Mexicanos que se tienen en la Ciudad de México, se encuentran concentradas básicamente en las zonas industriales, por lo que nos las encontramos en la parte Norte de la Línea 4, en la parte Norte de la Línea 5 y en la Línea 6, siendo de los más importantes el desvío de una tubería de gas de 6"Ø que se encontraba alojada a lo largo de Ferrocarril Hidalgo y de Río Consulado en una longitud de 4.8 km., la que se desvió por otras calles paralelas y así se pudo construir las Líneas 4 y 5 del Metro, y en la Línea 6 se cruzó el principal conjunto de instalaciones de la Refinería Azcapotzalco que pasa por las calles 16 de Septiembre (donde se alojan 14 tuberías) y Ahuehuetes (trazo del Metro) en donde hubo necesidad de construir una estructura metálica especial, para colgar las tuberías durante el tiempo de excavación y construcción del cajón del Metro, y además de que fue necesario modificar el perfil en este tramo.

Debido a la construcción de esta línea, se va a dar continuidad a la calle de Ahuehuetes siguiendo por la Calle de Esperanza. Esto dió como resultado establecer un nuevo cruce vial en la intersección de las avenidas 16 de Septiembre y Ahuehuetes, motivo por el cual hubo que proteger a las tuberías de PEMEX. Para este trabajo se realizó una excavación de 50.0 mt. de longitud por 20.0 mt. de ancho y una profundidad de aproximadamente 1.80 mt. con el fin de reubicar las tuberías y mantenerlas con un colchón suficiente para la propia seguridad de los mismos. Adicionalmente se encamisó cada una de las tuberías utilizando otra tubería de dos diámetros mayores, con objeto de darles una mayor protección contra el tránsito que circulará sobre ellas.

Finalmente se restituyó la vialidad en este cruce, permitiendo así el reestablecimiento del tránsito sobre la Av. 16 de Septiembre.

Ahora, bien para poder realizar estas obras satisfactoriamente, COVITUR se coordinó con la Subdirección de Proyectos y Construcción, con la Gerencia de Refiscación, y la Gerencia de Sistemas de Ductos de PEMEX, para con base al trazado de las líneas del Metro localizar las interferencias a lo largo de la red y asimismo elaborar, según el caso, los proyectos de desvío y/o la protección de las instalaciones afectadas.

Una vez definido esto, se procedió a la ejecución de los trabajos, el personal de PEMEX, fue el encargado de realizarlos, debido al minucioso control radiográfico que requerían las soldaduras de las tuberías (gasoductos o polductos) con el fin de evitar fugas.

Para esto, hubo casos en que era inevitable la suspensión del suministro de los diferentes productos de PEMEX, a los consumidores, motivo por el cual, se daba aviso a los consumidores afectados con 3 días de anticipación como mínimo, para que éstos tomaran las providencias necesarias, y se trabajara los fines de semana, de preferencia, para ocasionar el menor número de molestias.

INSTALACIONES DEL SERVICIO DE TRANSPORTES ELECTRICOS

En transportes eléctricos, hubo la necesidad de desviar o modificar sus instalaciones y sus rutas de trolebuses, en ocasiones debido a la construcción de las Líneas del Metro y en otras para adecuar las rutas a las nuevas vialidades coincidentes, además de la desenergización de sus instalaciones y el retiro o reubicación de postes, así como el remolque con grúas de sus unidades en las zonas de la obra, en tanto, se reponían sus líneas de contacto y sus líneas alimentadoras.

Dentro de las rutas que sufrieron modificaciones, se encuentran la de Boulevard Aeropuerto que hacía su retorno en el Aeropuerto, ésta se suprimió sólo para quedar la que continúa a lo largo de Río Consulado-Tlacos y llega hasta San Juan de Aragón y además el sentido Norte-Sur se cambió a una calle paralela al Poniente del Boulevard Aeropuerto (Oriente 172) en una longitud de 2 km. Otra es la de Av. Universidad que se modificó desde la Glorieta Riviera hasta la calle de Moras, en una longitud de 7 km., así como en la Glorieta de Potrero modificando las rutas sobre Cuicláhuac-Robles Domínguez en una longitud de 2 km., y la del Eje Central "Lázaro Cárdenas" que en su retorno lo hacía en Felipe Villanueva, dejando de circular enfrente de la Terminal de Autobuses del Norte, acortando así su recorrido en 4 km.

INSTALACIONES FERROVIARIAS

Los Ferrocarriles también representaron una interferencia, sobre todo en la Línea 5 del Metro, en el que existía un tramo en que coincidía Metro y Ferrocarril en una longitud de 1.2 km., y donde hubo la necesidad de reubicar la vía, además del cruce de vías en 2 puntos y los pasos por debajo de la vía en el acceso a la Estación "Consulado." En la Línea 4 también se tenía una coincidencia con 2 de las vías, en una longitud de 1.0 km., en la que incluso se tuvo necesidad de construir un cortavía que unía las dos vías y así suprimir una de ellas.

En la Línea 6 se presentó el trabajo más importante que fue cruzar las vías de Pantaco, de las que dos de ellas son las de la entrada principal a la Ciudad de México. Y dada la cantidad e importancia de las vías alojadas en Pantaco, y debido a que la suspensión del servicio de las mismas causarían problemas de trascendencia económica, se acordó con las autoridades de Ferrocarriles Nacionales de México que la construcción del cajón subterráneo fuese en etapas y en el menor tiempo posible. El programa consistió en levantar vía por vía, con el fin de no interferir con el paso de trenes dentro del patio de Pantaco.

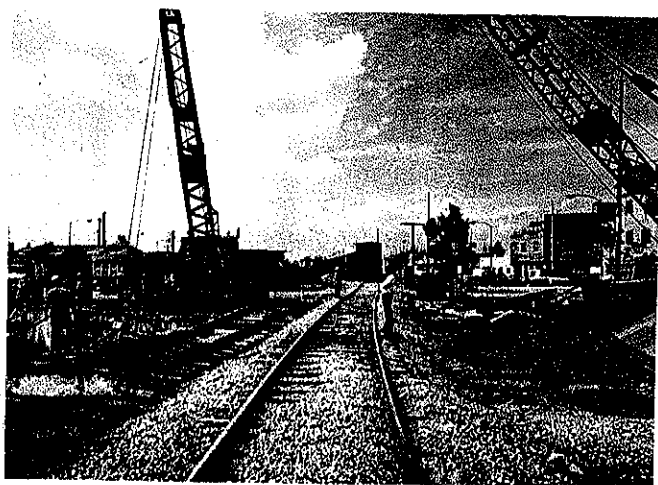
Cabe mencionar que se presentó una interferencia transversal con el drenaje interno de la zona de vías de Pantaco, de 0.45 m. de diámetro, que se solucionó con un sifón invertido con cruce bajo el cajón del Metro.

Otra interferencia importante es la de los cables de Telégrafos de ferrocarriles, cuya solución fue el seccionado parcial de ellos durante la ejecución de los muros tablaestacas que forman parte de la sección transversal del cajón subterráneo.

A lo largo de las rutas del Metro, también hubo necesidad de cruzar algunas vías con instalaciones como agua potable, drenaje, alumbrado, semáforos, etc.

Los trámites que se siguieron para coordinar con Ferrocarriles Nacionales la libranza de las interferencias ya comentadas, que se tuvieron en la construcción de las diferentes líneas del Metro, fueron, a grandes razgos:

- Presentar ante las autoridades de Ferrocarriles Nacionales el proyecto estructural ejecutivo, con sus memorias descriptiva y de cálculo, de las zonas de cruce con las instalaciones ferroviarias, así como los programas de obra correspondientes.
- Ferrocarriles Nacionales sometía el proyecto a una revisión con el fin de analizar el comportamiento futuro de la estructura y posteriormente programar y ejecutar las obras necesarias de acuerdo a las necesidades del tránsito de los ferrocarriles.
- El tendido de vía, durmiente y balasto eran ejecutados por personal o empresas calificadas por Ferrocarriles Nacionales de México y las conexiones con las vías en servicio, así como los puentes de los mismos eran realizados exclusivamente por personal de Ferrocarriles Nacionales de México.



INSTALACIONES DE LA SRIA. DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

En la ciudad existían instalaciones aéreas de Telégrafos Nacionales que interferían la Línea 3 Norte en Vallejo e Insurgentes, donde fueron retiradas ya que existían conflictos con las obras que el Departamento del Distrito Federal tenía programadas. La Secretaría decidió el retiro total de estas instalaciones aéreas de toda el Área Metropolitana.

Dentro de las instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes subterráneas y aéreas que también fue necesario desviar o proteger, se encontraron las de la Red Privada del Gobierno Federal y un cable coaxial del Departamento de Comunicaciones Radioeléctricas que hubo necesidad de reubicar en algunos puntos por conducto de sus contratistas y bajo la supervisión de esa Secretaría, con cargo a COVITUR.

INSTALACIONES DE CABLEVISION

Las Instalaciones de Cablevisión se encuentran principalmente en el Cuadrante Sur-Poniente de la Ciudad, por lo que nos las encontramos en la Línea 3 Sur y 7 Sur del Metro, los movimientos que hubo necesidad de hacer se debieron principalmente a la reubicación de postes de Cía. de Luz, ya que sobre éstos están colocados sus cables y en otros casos se tuvo la necesidad de elevarlas, para el paso de algún equipo de construcción o la construcción de colectores.

DESVIOS DE TRANSITO

Los desvíos de tránsito, debido a la repercusión que se tiene ante la ciudadanía, es necesario analizarlos en una forma detallada, conocidas las zonas de trabajo donde será necesario restringir o cortar la circulación de vehículos, se realizan aforos de las arterias afectadas, así como las de posible sustitución, con estos datos se revisan las capacidades de las vías alternas, y se marcan mediante planos las diversas propuestas para desvío de tránsito, las cuales son presentadas ante diversas autoridades de la Dirección General de Policía y Tránsito, según la magnitud del desvío, para su aprobación y revisión de la señalización necesaria para información del usuario. De igual forma se efectúan recorridos de las rutas propuestas, con el fin de verificar los diversos trabajos necesarios para mejorar la circulación de vehículos, como pueden ser reencarpetados, bacheos, recorte de banquetas o camellones, colocación de semáforos, etc., no desatendiendo las medidas de precaución para la circulación de peatones.

La mecánica a seguir era:

1. Evaluar la necesidad del desvío de acuerdo con las obras y las molestias al público.
2. Elaborar a través de la Gerencia de Ingeniería Vial de COVITUR las alternativas del desvío.
3. Presentar estas alternativas ante la Dirección General de Policía y Tránsito para su sanción y autorización.
4. De acuerdo a la alternativa autorizada proyectar los dispositivos de control.

5. Elaborar un boletín para hacerlo del conocimiento público, a través de los medios masivos de comunicación.
 6. Colocar el señalamiento.
 7. Efectuar el desvío con apoyo del personal de la Dirección General de Policía y Tránsito.
-

ESPECIES VEGETALES

Debido al problema de la contaminación ambiental, nuestro propósito fue el de conservar las especies vegetales lo más que se pudiera, aunque, por desgracia hubo la necesidad de transplantar algunas de ellas. En el trasplante, donde fue indispensable, se hizo bajo la estricta vigilancia de los técnicos de Parques y Jardines de las Delegaciones y se realizó en los lugares más cercanos, designados por las autoridades Delegacionales.

INSTALACIONES DIVERSAS

Dentro de las diversas instalaciones que nos encontramos cabe mencionar las del Instituto Mexicano del Seguro Social; el cable coaxial de circuito cerrado de televisión; y algunas otras instalaciones como tanques de combustible, ductos de gas, cisternas, fosas sépticas, etc. Hay que señalar que todos estos elementos, fueron reubicados de los predios que habían sido afectados.

Construcción de obras civiles

6.1 SOLUCION SUBTERRANEA EN CAJON

6.2 SOLUCION SUPERFICIAL

6.3 SOLUCION ELEVADA

6.4 SOLUCION SUBTERRANEA EN TUNEL

6.5 TALLERES TICOMAN

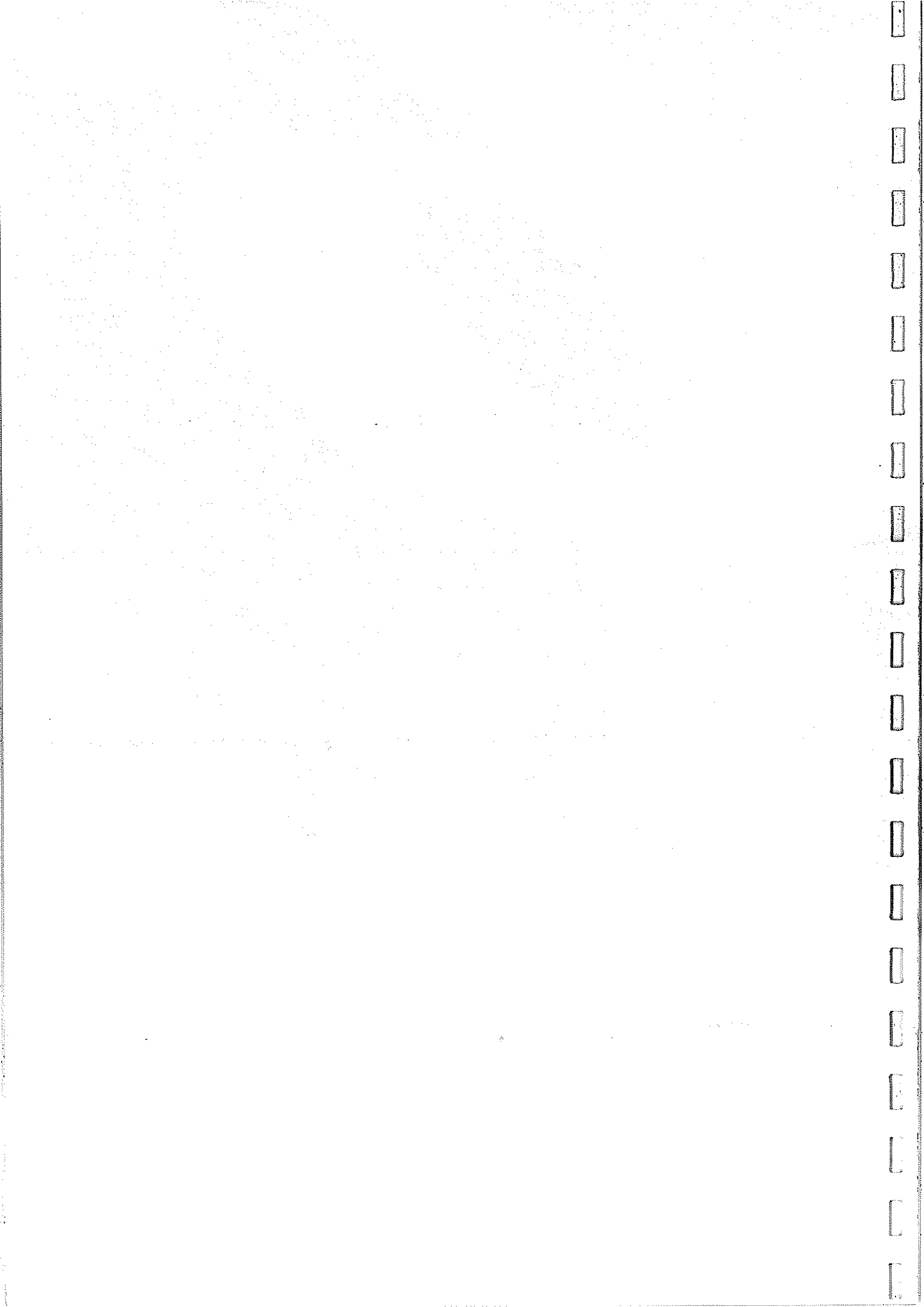
6.6 TALLERES EL ROSARIO

6.7 PUESTO CENTRAL DE CONTROL AMPLIACION UNIDAD I

6.8 PUESTO CENTRAL DE CONTROL UNIDAD II

6.9 DISTRIBUCION DE LOS CABLES DE CONTROL PARA LINEAS DEL METRO.

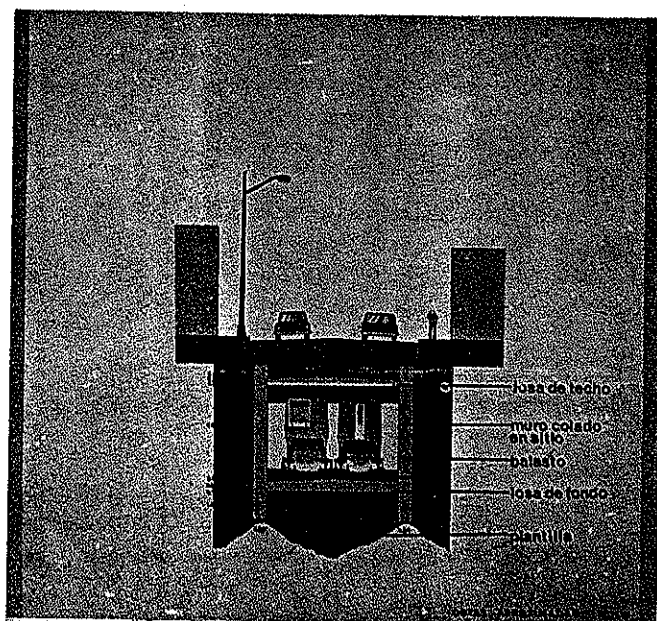
6.10 PREPARACION PARA FUTUROS ENLACES CON LAS LINEAS DEL METRO.





SOLUCION SUBTERRANEA EN CAJON

Desde la 1a. etapa la estructura en "Cajón" ha sido la solución típica para alojar tramos de una, dos y ocasionalmente tres vías y, en su caso, hasta enlaces con futuras Líneas.



La experiencia adquirida durante la construcción de la 1a. etapa ha enriquecido los procedimientos de construcción que, con algunas diferencias, se han ido aplicando en la ejecución de la 2a. y 3a. etapas de ampliación del "Metro".

Cabe destacar que aunque el diseño es fundamentalmente idéntico en la 2a. y 3a. etapas de ampliación del Metro, ya que utiliza las mismas dos variantes: "Cajón" con muros tablaestaca y muros de acompañamiento y "Cajón" con muros tablaestaca estructurales; las especificaciones son diferentes de acuerdo con su localización en la zona urbana.

Para la elección de la solución se toma en cuenta: el peso volumétrico del suelo, su contenido de agua y otras propiedades mecánicas de éste; siempre obligando a dejar sobrecompensado el terreno donde se vaya alojar la estructura del "Metro", en aproximadamente 1.5 tons/m².

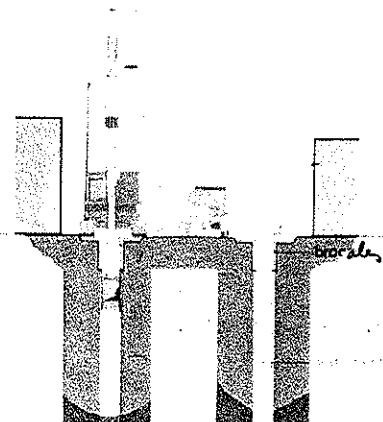
El cajón tiene la característica de alojarse cerca de la superficie siendo común una profundidad de ± 2.5 m a la rasante de la vialidad definitiva; gálbos de 4.95 m. por 6.90 m. en alto y ancho respectivamente, que varían en zona de curvas.

A continuación se describe brevemente la secuencia constructiva, puntualizando los detalles técnicos más importantes en el procedimiento:

Construcción de Brocales.— Una vez que se ha localizado en el terreno el eje de trazo de la Línea del Metro, se inicia la construcción de los brocales, que son elementos de concreto armado en forma de "L" invertida, colocados frente a frente y espaciados con un ancho que normalmente es de 60 cm.

Los brocales sirven de guía para el cucharón de almeja, con el que se realiza la excavación para el colado de los muros tablaestaca

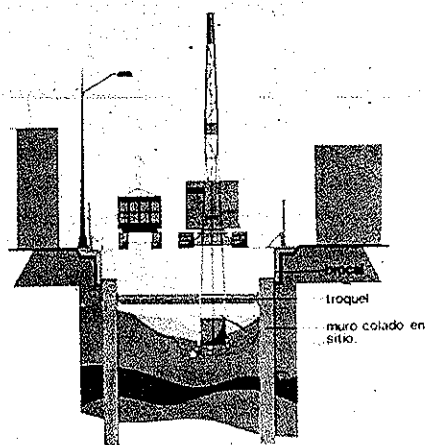
El producto de la excavación se deposita en camiones de volteo, mismo que a su vez lo lleva a la zona de tiro.



Construcción de obras civiles

Conforme se va profundizando la excavación del muro es necesario estabilizar de manera continua las paredes, para evitar que se desprendan capas de suelo, dentro de la propia excavación; lo que genera defectos de colado.

Después de la construcción de algunas Líneas de Metro, se acumulan experiencias de campo tan prácticas como no golpear las paredes con el equipo; ayudarse con perforaciones previas a base de equipo rotatorio en terrenos duros; colocar las parrillas del armado en perfecta verticalidad; colar los muros tablaestaca cuya longitud normal es de 6.0 m. en no más de 12 horas para evitar así azolves en la parte inferior de la excavación; colocar el concreto lo más uniformemente posible en el menor tiempo, evitando, con esto último, las juntas de colado que en este caso, son sinónimo de filtraciones, con el consiguiente problema de la canalización y el sello de las mismas.



EXCAVACION Y COLOCACION DE TROQUELES

Las arcillas del antiguo Lago del Valle de México con un alto contenido de agua, pueden ser excavadas a profundidades que varían normalmente entre 8, 6 y 10. m. según las especificaciones emitidas en base a las características mecánicas de los suelos finos. Dicha actividad se ejecuta después del bombeo previo en las zonas a excavar. El bombeo tiene como finalidad facilitar la extracción del material, así como incrementar la resistencia del suelo al disminuir el contenido de agua y con esto impedir, hasta donde sea posible, el riesgo de una "falla de fondo" que en muchas ocasiones provocaría serios problemas en la estabilidad de los taludes de construcción.

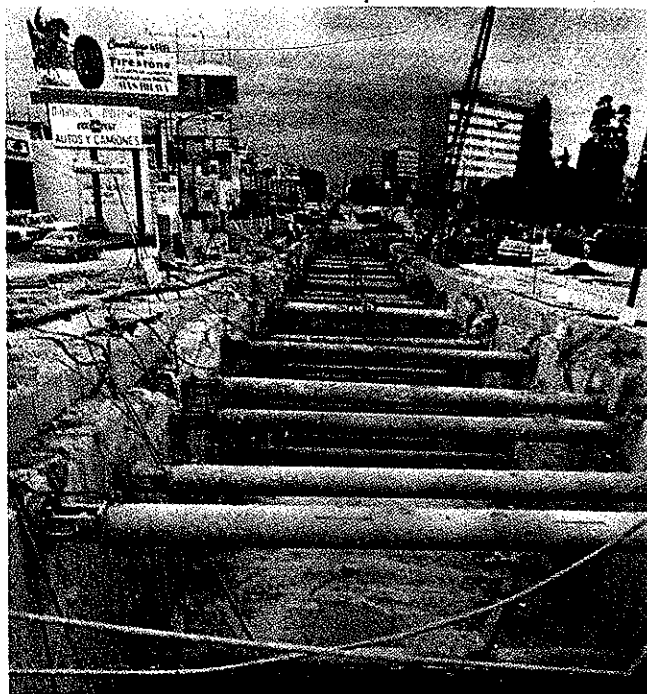
La presencia de agua en las arcillas es extraída de acuerdo a 2 sistemas: bombeo por gravedad, a base de canalizar el agua con la debida pendiente hacia cárcamos de bombeo provisionales construidos ex-profeso, localizados en los extremos de la excavación, lo cual es posible en terrenos arcillo-arenosos únicamente; o el bombeo a base de electrólisis, que es la inducción del agua a pozos excavados previamente, interconectando a un sistema general de bombeo, uno del tipo eléctrico. Con este último procedimiento se logra un abatimiento del nivel freático previo a la excavación, comúnmente de 10 días. Dicho tratamiento debe ceñirse estrictamente a la zona próxima a excavar, para no provocar sobrebombeos y posibles afectaciones a construcciones vecinas por los asentamientos que se producirían, al reducir el contenido de humedad de los suelos.

La excavación del núcleo se hace en general en 3 niveles y en una longitud no mayor de 15m; colocando invariablemente en cada nivel, el troquelamiento correspondiente con una presión aproximada de 30.0 tons. en los extremos de los troqueles, mediante "gatos hidráulicos", según sea el empuje que el suelo transmite a los muros de contención.



En el sentido longitudinal, el frente de la excavación debe tener un talud, que en relación de la profundidad, la estabilidad de éste quede asegurada con una o dos bermas que impedirán la falla de talud.

Inmediatamente, al llegar al fondo de la excavación, es necesario colar una plantilla de concreto pobre y sobre ésta la losa de piso correspondiente; cuyo objetivo es el de lastrar y trabajar estructuralmente como parte del cajón; ya sea anclándose al muro tablaestaca, o al muro de acompañamiento.



El cajón se cierra en la parte superior mediante una combinación de elementos prefabricados preesforzados y/o losas armadas en sitio; ambas diseñadas para soportar las cargas estáticas (relleno) y dinámicas que provienen de la superficie del terreno en el que circularán vehículos automotores.

Es conveniente mencionar que en muchos casos hubo que tomar extremas precauciones, algunas en la excavación del núcleo del cajón, debido a la baja resistencia que dan las arcillas en algunos lugares como la zona al Oriente que colinda con el ex-vaso de Texcoco. Dichas arcillas, con una baja capacidad al corte, aunado al alto contenido de agua, exigieron longitudes mínimas de excavación, restricciones en los tiempos de colado de muros tablaestaca y losas de fondo. Estas medidas permitieron fraguados primarios, sin los cuales el peso del concreto depositado a gran velocidad hubiera provocado fractura en el fondo de las excavaciones.

Rompe la continuidad en el techo del cajón, la presencia de rejillas de ventilación. Destacadas a cada 300 m. aproximadamente. Su función es la de desalojar el aire caliente y captar aire fresco de la superficie a través del funcionamiento del convoy, que actúa como un pistón que genera de manera natural estos cambios de temperatura. Asimismo estas rejillas sirven como alcancías en las cuales se depositan los materiales básicos para la obra electromecánica.

Conforme se van colando las losas de fondo, el sistema de bombeo se va desconectando, por lo tanto los niveles freáticos originales se restituyen. Anteriormente se ha descrito el depurado procedimiento de construcción de los muros tablaestaca, sin embargo, toda precaución nunca será suficiente para tener un Cajón totalmente estanco; por tanto, es necesario colocar cárcamos de bombeo definitivos, aproximadamente a cada 400 m., dependiendo de la zona de la ciudad de que se trate. A estos cárcamos fluirán todas las filtraciones a través de ductos apropiadamente diseñados y protegidos contra azolves del balasto colocado para nivelación de vía y polvo proveniente del exterior. El sistema hidráulico automático que accione el desalojo de estas filtraciones, es requerido también para desalojar aportaciones extraordinarias en temporada de lluvias.

Para concluir, es de mucho interés comentar que en 4 años de trabajo en la construcción del Metro en sección "Cajón" en las Líneas 1, 2, 3, 5 y 6 se han utilizado 120 máquinas mayores: entre equipos guiados, dragas, almejas libres, compresores y grúas hidráulicas, para el montaje, los volúmenes aproximados más destacados de obra en la construcción del Metro en Sección Cajón, hasta el mes de Diciembre de 1981.

— ACERO DE REFUERZO	34,000 tons.
— EXCAVACION DE NUCLEO	1'600,000 m ³ .
— ACARREOS	28'800,000 m ³ /Ks.
— SISTEMA DE TECHO	19,700 ml.
— RELLENOS	500,000 m ³ .

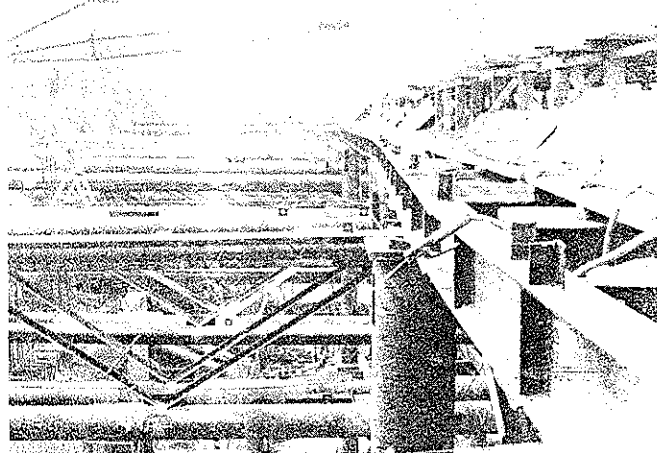
Finalmente, una vez que el concreto que forma la losa de techo ha adquirido la resistencia especificada en el proyecto, se procede al relleno superior del cajón para formar la infraestructura de la futura vialidad que se construirá sobre el Metro, siguiendo los tradicionales procesos constructivos en la ejecución de terraplenes, subbases, bases y pavimentos.

Estaciones

Para construir la estructura de estas Estaciones, se siguen exactamente los pasos fundamentales del procedimiento descrito para tramos, con la salvedad de que en este caso la Estación requiere: mayores espacios, muros más profundos, y excavaciones mayores que en el Cajón, así como de complejos procesos de excavación.

Mediante una forma concreta se describe a continuación los principales conceptos que implementan una Estación Subterránea

Andenes.-- Miden 150 m. de longitud que corresponde al desarrollo de los 9 carros que integran un convoy; El claro en esta zona es de 13.50 m. y destacan como problemas estructurales importantes: el ancho de la excavación del Cajón; la gran longitud de los troqueles, que en algunos casos exige su agrupamiento formando celosías, como en el caso en la Estación "Bancomer" de la Línea 3 Sur.



Cambios de Andén.— Son generalmente subterráneos se cruzan por debajo de la zona de vías, y se construyen a base de muros milán con excavación de núcleos entre 16 m. y 20 m. de profundidad. La necesidad de alojar: servicios, subestaciones, locales técnicos, etc., incide en la construcción de muros milán de formas especiales en "L" o en "U". Cabe mencionar que en las Estaciones "Valle Gómez" y "Misterios" de la línea 5, se decidió que el cambio de andenes fuera elevado, cruzando sobre las vías del Metro. Esto ocasionó una sobre elevación del nivel de vialidad del Circuito Interior, y se resolvió con un relleno aligerado con tubos de concreto de diferentes diámetros.



Vestíbulos.— Como su nombre lo indica son zonas de recepción y distribución del público, necesariamente amplias y con espacios cuyos claros alcanzan eventualmente hasta 25 m.



Cada uno de los elementos arquitectónicos que integran una estación, es construido con procedimientos adecuados a la zona de la ciudad, características de tamaño, profundidades, tipo de terreno, etc., respetando especificaciones de mecánica de suelos que exigen un estricto orden de excavación.

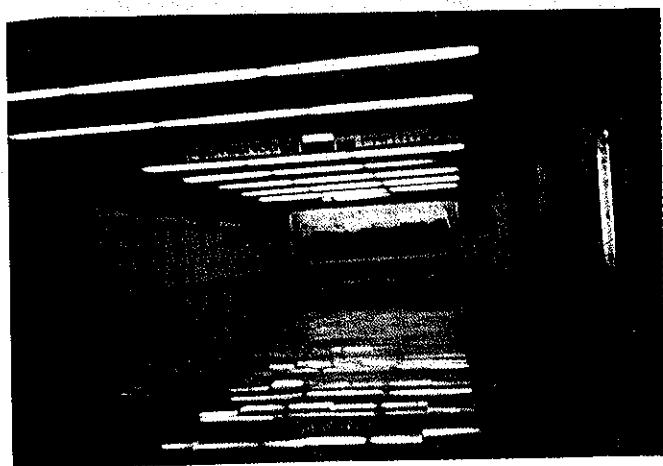
El procedimiento constructivo, que se aplica en donde se tienen grandes claros entre los muros, consiste en apuntalar a éstos con estructuras metálicas denominadas troqueles, combinándolos con excavaciones centrales y taludes que evitan que el empuje de tierras desplace al muro de contención y se presente lo que se llama "pateo del muro", que origina hundimientos en las zonas exteriores del tramo en construcción. Sin embargo existen tramos en los cuales el troquelamiento metálico es insuficiente por la magnitud de la distancia a librar, lo que provoca que dichas estructuras se flexionen poniendo en peligro la estabilidad de los suelos.

Ante eso, se aplicó en este período un nuevo sistema constructivo a base de troquelamiento con muros tablaestaca que posteriormente se demuelen, con lo que se reduce a voluntad el tamaño del área que se excava logrando mayor seguridad.

Los vestíbulos de las estaciones se construyen, invariablemente, siguiendo los mismos procedimientos de bombeo; precauciones a las fallas de fondo y talud, lastrando lo más rápidamente posible las excavaciones profundas.

Acabados en Estaciones subterráneas:

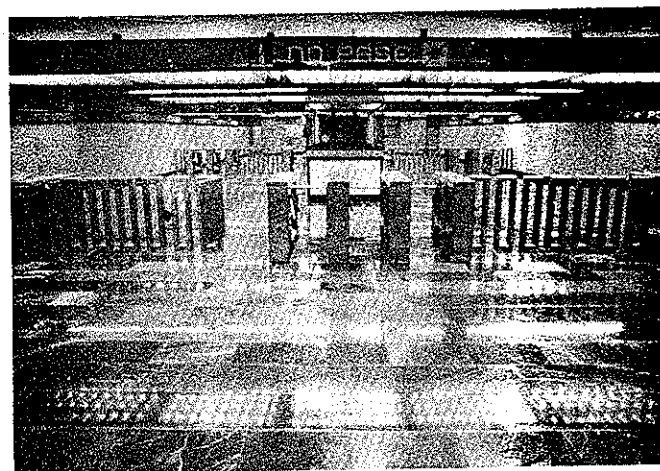
Numerosos visitantes extranjeros han calificado como un éxito la originalidad y el manejo de los materiales de acabados para las Estaciones del Metro Mexicano. Desde la primera etapa, hasta la fecha, estamos en la natural búsqueda de las mejores características técnicas de los materiales. Las múltiples y variadas Estaciones tienen uniformidad en los diversos elementos que requieren de un acabado especial, acorde al uso y zona donde será edificada dicha Estación.



Los acabados que comúnmente se utilizan en las estaciones son: pisos de mármol en andenes, en cambios de andén, en vestíbulos y accesos. Podría parecer dispendiosa para nuestra economía esta especificación, pero 12 años de operación del Metro, dan la razón. Ya que en las 45 Estaciones de la 1a. etapa con unos 200,000 m² cubiertos de mármol, nunca se ha tenido necesidad de realizar mantenimientos costosos, gracias a que el grado de dureza exigida y la calidad de los materiales del país han mostrado las bondades del mármol, y la justificación del costo-uso.

Muros de Estación.— A pesar de todas las precauciones que se toman, durante la construcción para obtener un muro tablaestaca sin filtraciones, éstas se presentan tarde o temprano principalmente entre juntas de construcción. Problemas de durabilidad en la banda perimetral de dilatación y movimientos del Cajón son las causas principales de las filtraciones referidas en los muros; la localización de las filtraciones, en consecuencias, cambia con el tiempo. Por eso el proyecto del Metro especifica la construcción de muros que reúnan características no sólo de apariencia, textura y color, sino de un funcionamiento hidráulico adecuado.

El elemento que mejor ha conjugado las cualidades necesarias desde la primera etapa del Metro es el muro con una mampara, de diferentes características de acabado, tales como: mosaico veneciano, parquet de mármol, travertino, fibra de vidrio, aluminio y plástico laminado. Esto da al mismo tiempo, variedad en su apariencia y uniformidad en el aspecto constructivo.



La solución con mamparas, siempre va acompañada del zoclo-dren, que con su respectiva pendiente, encauzará los escurrimientos del Muro en Estaciones hacia los cárcamos de bombeo automático.

Es conveniente mencionar que las filtraciones de agua a las Estaciones, ocasionadas por recuperaciones del nivel freático, no afectan las propiedades mecánicas al subsuelo ya que las aportaciones son mínimas y no generan pérdidas de presión en el mismo.

La evolución del uso de materiales para acabados en muros ha permitido que en estas 2a. y 3a. etapas se logren: aspecto agradable, gran resistencia a golpes y marcas con utensilios punzocortantes; en otras palabras, protección contra el uso rudo del público.

Canal de señalización.— Es un bastidor de aluminio anodizado cuya función primordial es la de orientar al público usuario del sitio en que se encuentra; porta el color característico de la Línea, así como el símbolo y nombre de la Estación correspondiente. Estos elementos que al cabo del tiempo son sumamente familiares a los usuarios, en su origen obligan a profundos estudios de la zona por identificar; el símbolo distintivo debe ser fácilmente identificable por todo ciudadano de cualquier condición y cultura; es notable la agilidad en el flujo de los pasajeros que se consigue con una simbología acertada. También en el canal de señalización, están grabados diversos letreros, tanto informativos como de restricción.



Varios.— El resto de elementos que integran los acabados de Estaciones se han estandarizado, como son: puertas de acero inoxidable en locales técnicos; puertas de seguridad en las entradas; gabinetes de emergencia y señalización ubicados estratégicamente; letreros luminosos que marcan circulaciones, direcciones, correspondencias y que en general guían el flujo de pasajeros.



En los trabajos desarrollados en acabados de estaciones subterráneas, es interesante hacer referencia a las cantidades de algunos conceptos de obra. A continuación se indican las cantidades empleadas en los acabados de 10 Estaciones de tipo subterránea:

MARMOL EN PISOS:	40,000 m. ²
MARMOL EN ESCALERAS:	
HUELLAS:	20,000 m.
PERALTES:	20,000 m.
MAMPARAS EN MUROS:	18,000 m. ²
CANAL DE SEÑALIZACION:	7,000 m.
TIROL EN TECHOS Y PLAFONES.	40,000 m. ²

SOLUCION SUPERFICIAL

Tramos

Tal vez la decisión de construir el Metro de una manera superficial, en la 1a. etapa de construcción de este sistema de transporte, fue el que ya se contaba con un derecho de vía en la actual Calzada de Tlalpan en el tramo comprendido entre las estaciones "Pino Suárez" y "Tasqueña" de la Línea 2. Lugar donde circulaban los antiguos tranvías, cuyo servicio se desarrollaba entre Xochimilco y el centro de la ciudad.

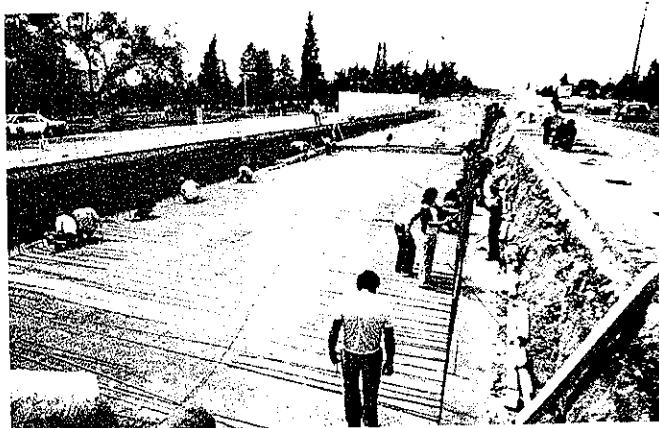
Lógicamente hubo que efectuar renivelaciones, adecuando la rasante y construyendo pequeños muros de retención laterales, para así formar lo que básicamente constituyó la sección en Tramo Superficial. Asimismo las Estaciones en sus andenes fueron solucionadas en forma similar a las de la etapa actual, diferenciándose fundamentalmente los vestíbulos de acceso en su concepción y tamaño, así como las pasarelas que en la primera etapa fueron elevadas y en ésta son subterráneas, a excepción de las futuras estaciones terminales "El Rosario" en la Línea 6 y "Universidad" en la Línea 3 Sur, que serán elevadas.

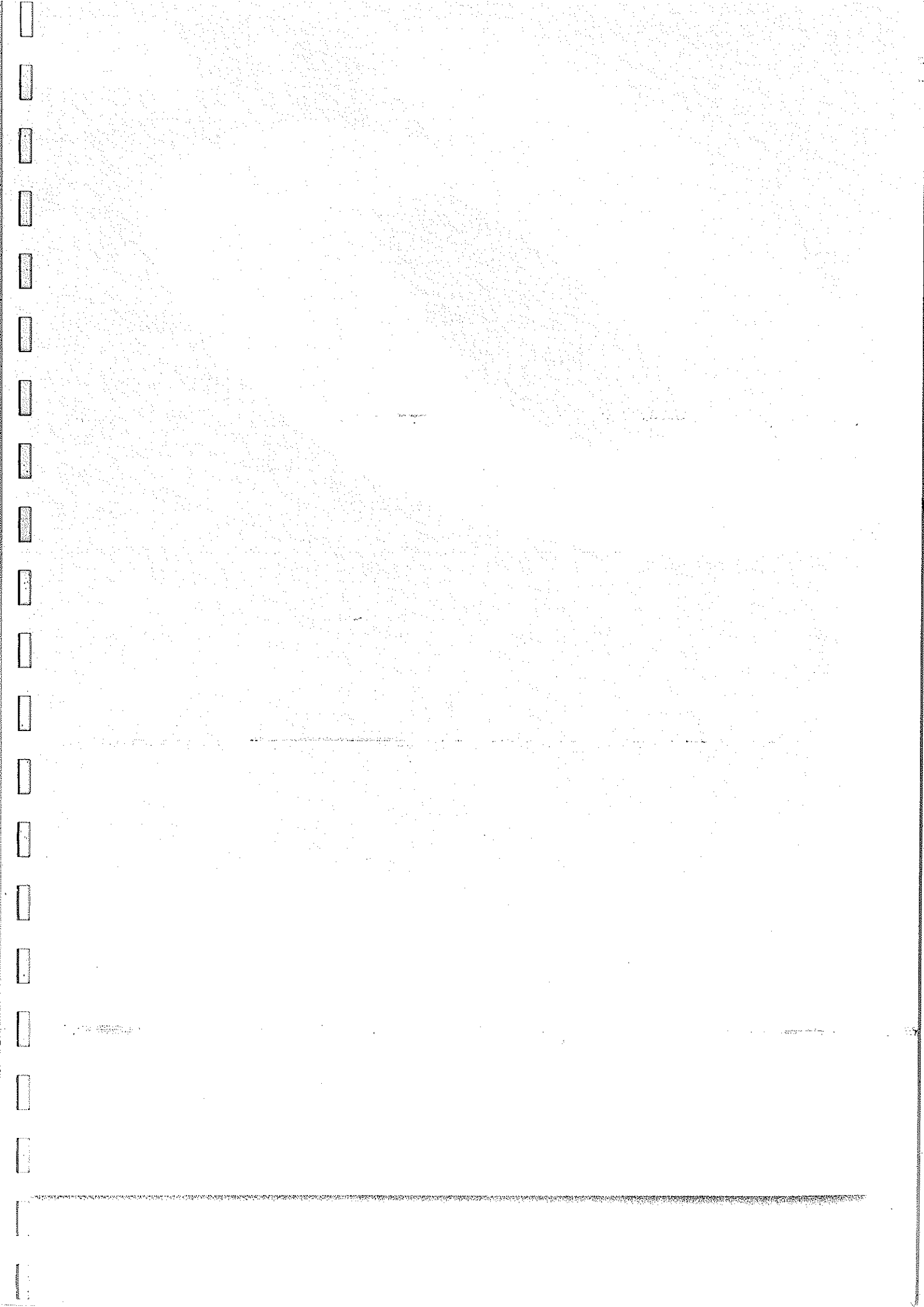
La localización del trazo para este tipo de Línea, requiere de un amplio derecho de vía: tal es el caso de la Av. Insurgentes en la Línea 3 Norte y de las avenidas Consulado y 100 Metros en la Línea 5. Estas avenidas con anchos de 170 m. 50 a 70 m. y 100 m., respectivamente, fueron capaces de alojar la sección del tramo, transiciones y estaciones con sus correspondientes accesos, además de amplias obras viales.

Este tipo de solución trae consigo el dividir las zonas por donde se desarrolla el trazo de la Línea creando una "frontera" entre las mismas, lo cual representa una barrera natural que hay que vencer. Esto es, ejecutando pasos de vehículos automotores en los puntos donde se intersectan importantes avenidas; así como la construcción de pasos peatonales que permitan el cruce seguro sobre las avenidas y el Metro superficial, combinándolos con los que se propician en los accesos a las Estaciones superficiales.



El procedimiento de construcción en tramo superficial es sencillo y contempla la construcción de una cubeta en forma de "U" cuyos elementos estructurales son la losa de piso y muros; alojada la primera aproximadamente a 1.3m. de profundidad. Requiere de una excavación sumamente sencilla sin problemas de bombeo y en consecuencia generalmente sin presencia de agua. La longitud de apertura de tramos es limitada únicamente por problemas de cruces de tránsito durante la etapa de construcción.





Construcción de obras civiles

6.1 SOLUCION SUBTERRANEA EN CAJON

6.2 SOLUCION SUPERFICIAL

6.3 SOLUCION ELEVADA

6.4 SOLUCION SUBTERRANEA EN TUNEL

6.5 TALLERES TICOMAN

6.6 TALLERES EL ROSARIO

6.7 PUESTO CENTRAL DE CONTROL AMPLIACION UNIDAD I

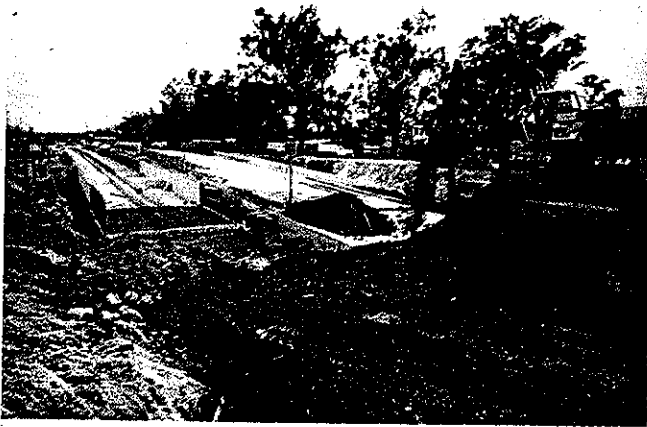
6.8 PUESTO CENTRAL DE CONTROL UNIDAD II

6.9 DISTRIBUCION DE LOS CABLES DE CONTROL PARA LINEAS DEL METRO

6.10 PREPARACION PARA FUTUROS ENLACES CON LAS LINEAS DEL METRO

Cabe destacar, la construcción de zonas de transición, de vía superficial a subterránea y viceversa, cuya excavación llega hasta una profundidad de 8.50 m. misma que se efectúa con las restricciones y especificaciones determinadas para las arcillas del Valle de México.

Las transiciones, en algunos casos, forman parte integrante de nuevas vialidades, como por ejemplo, los pasos a desnivel del Circuito Interior que cruzan conjuntamente con el Metro, por debajo de la Av. Ferrocarril Hidalgo, y las Calzadas de Guadalupe y de Misterios.



Estudios minuciosos de Ingeniería de Tránsito fueron requeridos durante la construcción, para desviar el tránsito transversal utilizando como cruce, puentes metálicos apoyados sobre los muros de concreto de la estructura del Metro en las zonas de transición. Estos elementos estructurales se fueron colocando en una y otra ubicación conforme al avance de las obras, construyendo sencillamente rampas para facilitar el cruce, provisional, sobre la estructura del Metro superficial.

Para proteger tanto al Metro como a su estructura de daños originados por impactos de vehículos, se construyeron muros deflectores laterales a los muros del Metro, y dependiendo del espacio entre ambos, eran sembradas plantas, flores y enraderas. Un doble propósito queda satisfecho, el de protección al Metro y el de embellecimiento de la vialidad por la que corre éste.



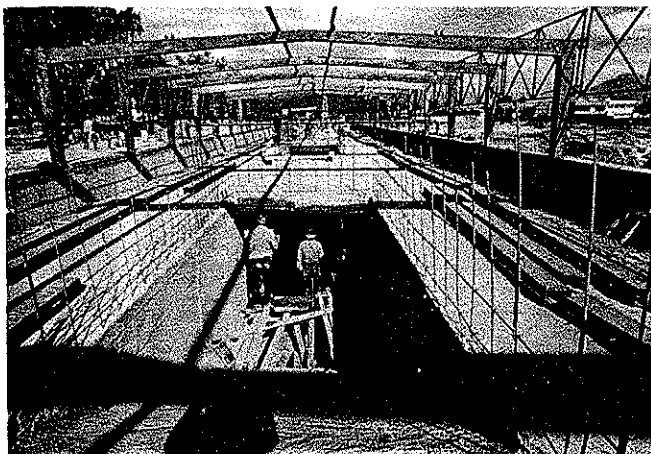
Estaciones

La Estación típica superficial, como se menciona al principio, combina solución subterránea en vestíbulos y pasarelas de acceso, con andenes que emergen superficialmente al eje de la Línea.

La parte del Vestíbulo y accesos, presentan las mismas características constructivas que las de Estaciones subterráneas; con idénticos materiales básicos: mármol, mamparas, canal de señalización, letreros luminosos, plafón sobre torniquetes, etc. Se diferencian estas estaciones en las escaleras de acceso a los andenes, que en este caso presentan una triple altura desde del vestíbulo hasta la zona de andén solucionada con mamparas de tamaños especiales: colocadas en muros, que forman parte de la fachada de la estación, rejillas laterales a lo largo de los andenes superficiales.



El cobertizo de la Estación es de un material ligero denominado "multipanel" que se apoya en una estructura de marcos metálicos aparentes, anclada a los muros de concreto; al centro de la misma y en la parte central, se aloja a todo lo largo de la estación un domo de acrílico por medio del cual se iluminan los andenes por el día, con luz natural central.



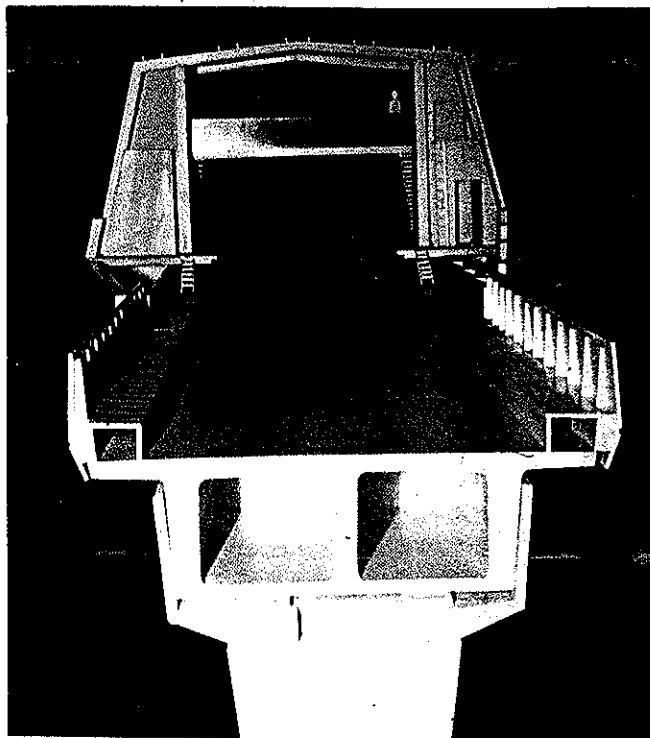
Todo evoluciona y nuevos materiales vienen a enriquecer el aspecto y funcionalidad de los acabados en estas Estaciones: se destaca como interesante aportación, el uso de marimbas, que soportadas por ligeras estructuras metálicas, dan un aspecto estético que acepta colocaciones integrales de señalización e iluminación.



SOLUCION ELEVADA

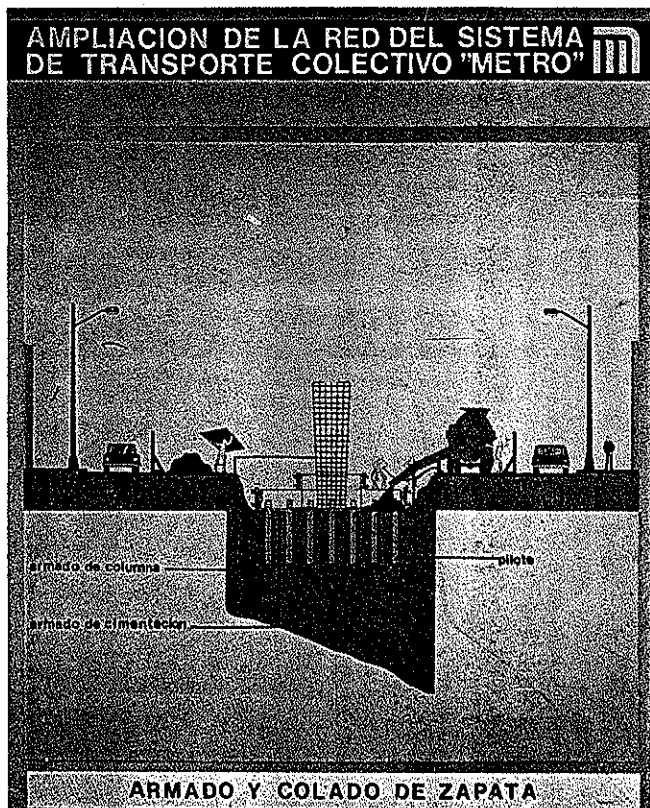
Tramos

La solución a base de una estructura elevada, similar a un puente continuo, presenta innumerables ventajas funcionales, tales como: se evita la construcción de pasos a desnivel para vehículos en los cruces de avenidas importantes o de ferrocarriles; no existe la necesidad de realizar pasos peatonales; se mejora el paisaje urbano con el moderno diseño de esta alternativa; no origina ninguna barrera natural ni crea fronteras entre las zonas ubicadas paralelas al desarrollo del trazo; y la circulación no se ve interrumpida aún durante las etapas de construcción, con el aprovechamiento íntegro de la vialidad existente.



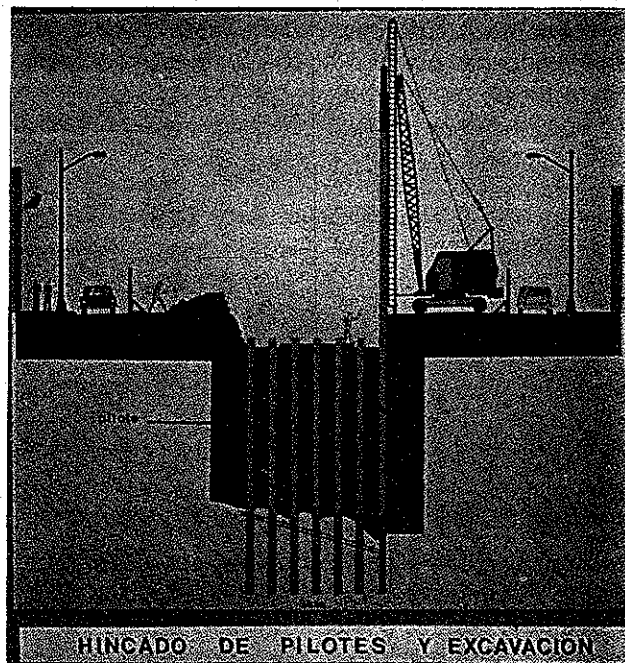
Previo al inicio de la construcción de la obra y considerando las rígidas especificaciones técnicas, se hizo necesario un análisis exhaustivo de las propiedades mecánicas del suelo, a lo largo del eje de la Obra.

La especificación de cimentación a base de pilotes de fricción con longitud promedio de 27 m. hace necesario hincarlos con equipo especializado; cada pilote consta de dos secciones unidas con soldadura perimetral en placas, previstas para ese propósito, mismas que garantizan la continuidad necesaria de transmisión de carga al terreno. Esta cimentación a base de pilotes, que no se apoyan en las capas duras, harán posible el acompañamiento en los movimientos diferenciales ocasionados por el hundimiento de la ciudad, sin necesidad de adecuaciones o reparaciones mayores a nivel de vía.



La zapata de cimentación recibe las cargas muertas de la estructura y las originadas por el movimiento de trenes, así como las producidas por efectos sísmicos transmitiéndolas a su vez al sistema de pilotes.

Por indicación del proyecto en las 4 esquinas de cada zapata se dejaron preparaciones para hincar a futuro pilotes de control; cuya función será la de corregir la verticalidad de la columna en caso de existir hundimientos irregulares de las zapatas.

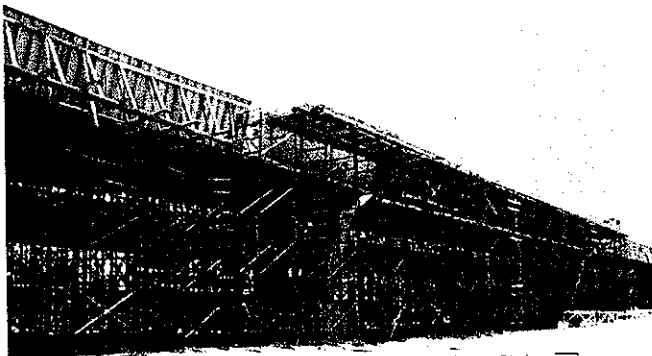


Tanto los pilotes como las zapatas y los dados, son elementos de concreto reforzado. Dada la función y gran volumen de las zapatas (195 m^3), cuyas dimensiones son 13 m. de lado por 1.20 m. de peralte, fue muy importante vigilar que no se produjeran juntas frías de colado.

Las columnas como elementos de apoyo visibles exigieron concretos aparentes. La cimbra especialmente diseñada, es una estructura perimetral que toma las presiones de concreto durante el colado; dando como resultado la calidad y magnífica apariencia de las columnas.

Obras falsas y cimbras en trabes.

Dadas las características de los diversos tramos de la línea, se utilizaron dos tipos de obra falsa: la primera a base de andamios, que tuvieron por objeto cimbrar elementos, principalmente en curvas y ocasionalmente de claros cortos, y la segunda, formada por estructuras metálicas, que se denominaron "JUMBOS", de 30 m. de longitud y facilidad de movimiento transversal para cimbrado, descimbrado y transporte sobre ruedas metálicas.



Para un claro estándar, el molde metálico o jumbo, se compone de seis secciones soportadas por cuatro marcos localizados, dos de ellos en los tercios del claro de la trabe, justo bajo los diafragmas de la estructura cajón, y dos a los lados de los apoyos. Este proceso permite que cuando se descimbra el cajón y cuando las secciones de obra falsa se retiran, los marcos centrales permanecen cargando a la trabe hasta que la primera etapa de postensado se cumpla (normalmente 14 días después del colado de la losa superior) por especificación.



Las trabes, en su mayoría de 35 m. de longitud, fueron construidas con concreto colado en sitio, sin embargo fue necesario recurrir en algunos casos a soluciones especiales en las que destacan las siguientes:

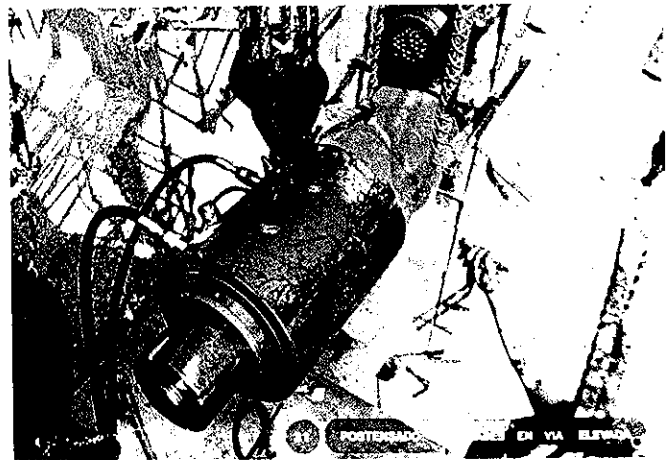
— En claros mayores de 35 m.

Trabes metálicas construidas a pie de obra. Se utilizaron principalmente en los cruces de Ejes Viales y en especial en el cruce con el Viaducto "Miguel Alemán" en el que hubiera sido imposible o de graves consecuencias, desviar la enorme circulación de vehículos que transitan en esa estructura.

— En claros menores de 30 m.

Se construyeron en el sitio trabes precoladas postensadas y rectas, esto trajo consigo un gran ahorro en tiempo y costo.

Las trabes de concreto coladas en sitio, son elementos huecos con tres nervaduras verticales, en las que a lo largo de su peralte se alojaron cables de presfuerzo. Estas trabes son postensadas en dos etapas: la primera a los 14 días del colado de la losa superior, y la segunda después que el concreto ha adquirido el 100 % de su resistencia y transcurridos al menos 60 días después del colado de la losa superior. La aplicación de este preesfuerzo en la estructura en ambas etapas se realiza simultáneamente por los extremos.



Es interesante señalar, que en la construcción de la Línea se usaron 18 cimbras tubulares y 9 jumbos; además la cimbra de contacto integrada a soportería metálica, también exigía condiciones de concreto aparente. Cabe destacar que tanto la jumbo como la cimbra de contacto eran una sola unidad que se desplazaba, simultáneamente, de tramo a tramo.

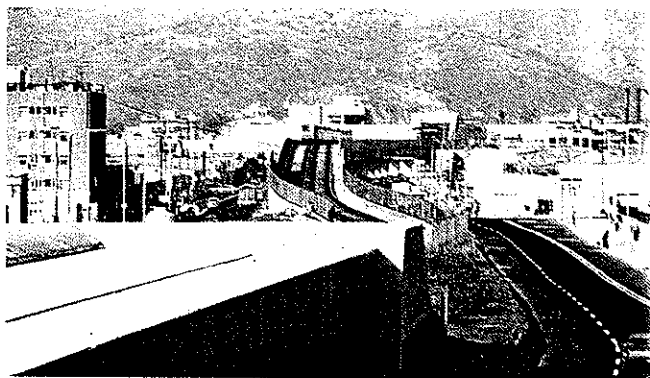
El sistema preesforzado se hizo según los sistemas BBRV y FREYSSINET; el primero generalmente utiliza alambres de 7 mm. $\varnothing$ y el segundo, normalmente emplea torón de 1/2 " $\varnothing$. El acelerado programa de obras exigió el concurso de ambos sistemas, así como la necesidad de importar parte de los materiales requeridos.

Especial atención merecieron la calidad especificada del concreto para las trabes postensadas tipo "B" con resistencia a la compresión de 350 kg/cm². y las limitaciones para deformaciones longitudinales producto del postensado de la trabe. La calidad del concreto especificado exigió el uso de agregados con un mínimo de partículas finas. Resultando de todo ello, la necesaria investigación de los bancos disponibles de grava y arena en el área metropolitana, los cuales, una vez localizados, condujeron a la fabricación de estos concretos especiales en plantas premezcladoras dedicadas especialmente para abastecer a la Línea elevada.

Los tramos fueron diseñados como libremente apoyados, lo que facilita el ataque de frentes múltiples en forma independiente; un apoyo es fijo y el otro móvil, lo que permite absorber los giros y desplazamientos producidos por la presencia de las cargas dinámicas, así como otras deformaciones de la estructura producidas por cambios de temperatura y sismo. Estos apoyos, tanto los fijos como los móviles, se construyeron de neopreno vulcanizado en forma de "sandwich", es decir intercalando placas de acero y hule. Por primera vez en México la industria construyó este tipo de elementos, que por su cantidad y tamaño, se habían importado al principio de esta obra.

Por último y para el trabajo electromecánico se colocaron muretes de contención del balasto, y parapetos precolados en los costados de las trabes que alojan tanto las charolas como los mandos eléctricos. La necesaria continuidad del piso, entre trabes, se logró con placa metálica sujeta en uno de los lados y libre en el otro.

Al cabo de 3 años de trabajos, se terminó totalmente la Línea elevada comportándose a la fecha en forma satisfactoria, (no obstante que desde su inauguración se han suscitado fuertes movimientos sísmicos), trayendo la estructura, en general, conforme a los desplazamientos previstos en el proyecto.



A continuación referimos algunas cantidades de obra que dan idea de la magnitud de la construcción de los casi 11 km. de la estructura elevada del Metro.

ACERO DE REFUERZO	42,000 tons
ACERO DE PRESFUERZO	2,400 tons
LONGITUD DE PILOTES	140,000 m
CONCRETO EN CIMENTACION	108,000 m ³
CONCRETO EN COLUMNAS	12,000 m ³
CONCRETO TIPO "B" EN TRABES	66,000 m ³
CIMBRA DE CONTACTO	240,000 m ²

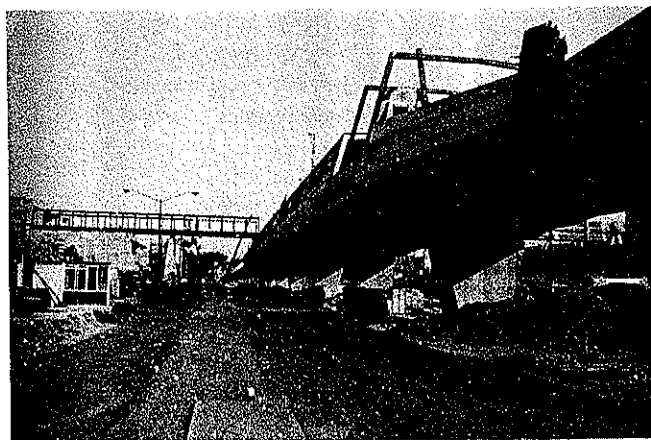
ESTACIONES

Descritos ampliamente, en párrafos anteriores los apoyos más importantes de diseño y el procedimiento de construcción del Metro elevado, quedan por mencionar las diferencias estructurales a que da lugar la construcción de una Estación típica elevada, en la inteligencia de que los principios fundamentales tanto de la cimentación como de la superestructura son válidos para ambas soluciones.

La línea elevada en su recorrido de casi 11 km. de longitud cuenta con Estaciones, de las cuales ocho son elevadas y dos del tipo superficial; destacan entre ellas las estaciones de correspondencia con las Líneas 5 y 1, respectivamente "Consulado" (elevada) y "Candelaria" (superficial). Siendo estas correspondencias de especial importancia, más adelante se describirán en detalle.

Respondiendo a exigencias del Plan Maestro, la Estación "Martín Carrera", que funge como terminal provisional, fue construida en superficie, ya que se preve la futura ampliación de la Línea 4 hacia el Noroeste, también en forma superficial.

La presencia de los andenes en las Estaciones, determina una estructura con una sección transversal más amplia que la de los tramos; esto incrementa la magnitud de las cargas que deben soportar las columnas y la cimentación, cuyas dimensiones, en consecuencia, también varían, para formar elementos más robustos y con mayor capacidad de carga; así por ejemplo las zapatas cuya sección es de 13.0×13.0 m. en los tramos, en las estaciones es de 14.0×14.0 m.



Los claros entre columnas se reducen a 25 m. en lugar de los 35 m. promedio, típicos de la solución en tramo. Las columnas con la misma ley de variación en su sección que en los tramos, presentan mayor robustez, arrancando en su base en 2.40 m. y rematando en sección variable, que depende del galíbo, en la parte superior.

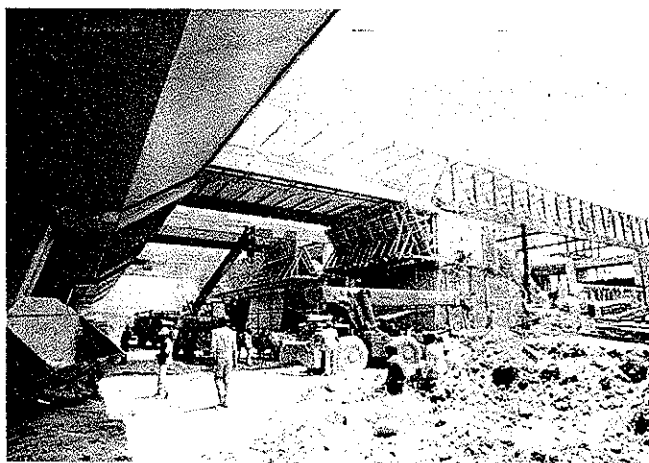
La construcción de las trabes postensadas de estación, se realiza con el mismo procedimiento que en los tramos; naturalmente la necesidad de mayor cantidad de preesfuerzo, es determinada por el implícito incremento de cargas.

La necesidad de alojar los andenes integralmente a la sección de las trabes, hizo indispensable el cimbrado en su totalidad a base de estructura tubular cada estación elevada. Para este caso fue incosteable hacer "jumbos" de estas dimensiones, con cimbra de contacto integrada a las secciones de cada una de las partes.

El concreto es tipo "B" de alta resistencia en estructura de las Estaciones, como en las trabes y en las losas, superior e inferior. De igual manera los concretos utilizados requirieron del control de finos en los agregados; una primera etapa de postensado a 14 días, con objeto de descimbrar y retirar obras falsas, para trasladarlas posteriormente al siguiente tramo; apuntalamiento provisional en los tercios de los claros. El postensado final previó la verificación de la resistencia de los concretos se efectuó normalmente a los 60 días.

Los controles del concreto "B", principalmente el de agregados, pueden parecer sofisticados o exagerados; sin embargo están justificados al tener en el primer año un mantenimiento mínimo, similar a los experimentados en cajones subterráneos o de vía superficial. Tanto en el comportamiento del postensado inicial para soportar su propio peso, como en el final para soportar cargas vivas y muertas y la carga definitiva, que se presenta con la operación de trenes, quedan garantizados dichos mantenimientos mínimos.

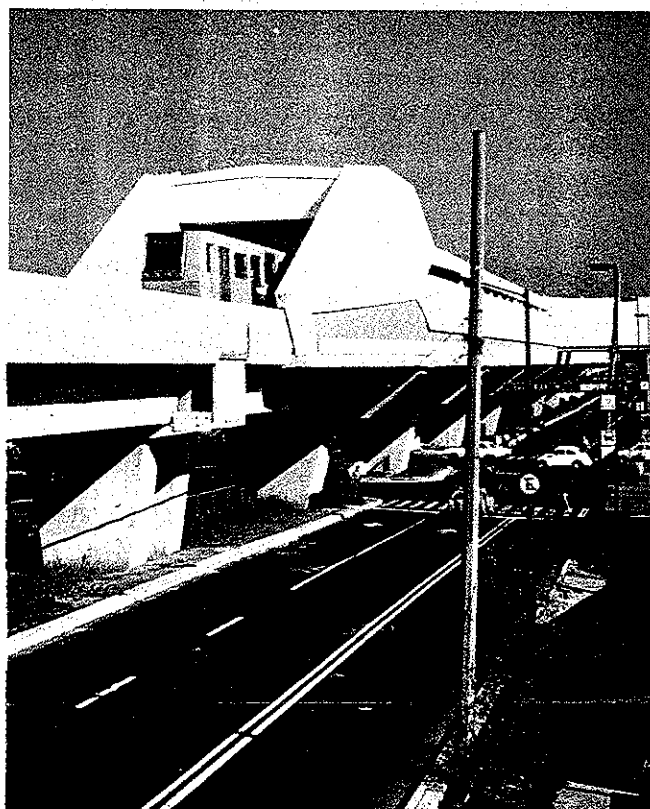
Desde el punto de vista estructural, el cuerpo central de la Estación se complementa con pasarelas elevadas de acceso y vestíbulos de recepción, colocados al Oriente y Poniente de la Línea, en edificios construidos exprofeso; los cambios de andén se hacen en las cabeceras de la estación, mediante un pequeño puente que permite cruzar de un andén al otro, por encima del paso de los trenes.



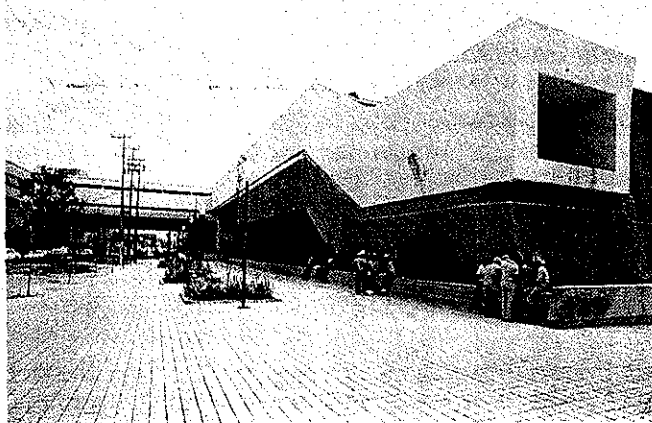
Los acabados de las estaciones elevadas requirieron de los departamentos interdisciplinarios de: arquitectura, iluminación, señalización y análisis de origen y destino de pasajeros; ya que si bien es cierto que se tienen amplias experiencias en los otros tipos de estaciones, las elevadas acusan características diferentes como son:

Los pisos que se resolvieron con la tradicional placa de mármol tipo Santo Tomás.

Las paredes exteriores del cuerpo central y pasarelas, se recubren con asbesto moldeado de diseño especial que integra canalones para captar el agua de lluvia y diseño aerodinámico acorde con el resto del proyecto.



El sistema de techo, a base de estructura metálica, se complementa con modernas soluciones de iluminación natural de domos acrílicos y una soportería longitudinal denominada "marimba" cuya función, además de su belleza, es alojar: la iluminación artificial, el canal de señalización y el sonido.



Comentario aparte merece la Estación terminal "Santa Anita," que soluciona el cambio de medios en terminal: de autobuses a nivel pavimento, acceso subterráneo y vestíbulos con cambio inferior de andén y paso de vía, en lo que podríamos llamar un tercer piso de la estación.

Es interesante abundar sobre las Estaciones "Consulado" cuya correspondencia en las Líneas 5 con 4 salvaron un desnivel entre pistas de rodamiento del tren de 22 m. se hizo necesaria la combinación del uso de escaleras mecánicas y convencionales; esto origina una de las obras de más alta dificultad, al incidir en ella toda la gama de soluciones técnicas que fue necesario aplicar: muros tablaestaca, excavaciones profundas, bombeos, pilotes de cimentación y control de hundimientos, estructura elevada, túnel de correspondencia, cambio de andén inferior y amplias áreas en sus tres dimensiones para la transferencia de pasajeros; todo ello, realizado en tiempos sumamente cortos.

SOLUCION EN TUNEL PROFUNDO

TRAMO Y ESTACION.

Como se puede observar en los incisos anteriores, la decisión de elegir el tipo de solución para una Línea del Metro, depende del Análisis exhaustivo de un gran número de condicionantes tales como:

- Estudios de las Obras Inducidas en mayor y menor importancia a lo largo del trazo de la Línea.
- Estudios de las propiedades mecánicas de subsuelo.
- Densidad vehicular en las avenidas importantes.
- Estudio Económico.
- Otros estudios.

Tal vez, son cientos los factores que intervienen para tomar la decisión apropiada. Sin embargo, en estas Líneas sólo se mencionará las características más relevantes de la sección túnel y los procedimientos típicos de construcción.

Fue en la ampliación de la Línea 3 al Sur y en la totalidad de la Línea 7 donde se aprobó construir la infraestructura de este Sistema de Transporte Colectivo bajo el principio de solución en Túnel Profundo. En detalle, la ampliación Sur de la Línea 3 comprende la construcción de 4,413 m. y el correspondiente a la Línea 7 de 14,035 m. con solución subterránea en túnel, en los cuales se incluyen tramos y Estaciones.

En la Línea 3 Sur, el tramo correspondiente a túnel empieza a 50 m. aproximadamente, de la cabecera Norte de la Estación "Viveros" con dos túneles paralelos de una vía, prosiguiendo con esa sección hasta 100 m. al Sur de la Estación "Miguel A. de Quevedo", donde se unen ambos túneles en uno solo, con dos vías, para continuar así hasta la Estación "Copilco", misma que se contempló su excavación a cielo abierto; finalmente, continúa la sección en túnel, hasta el denominado "Portal de Salida", que es la transición de túnel a superficie, en el tramo Copilco-Universidad.

En la Línea 7, el túnel se construye en una primera etapa desde la Estación "Tacuba" hasta la Estación "Auditorio", considerando la zona de maniobras ubicada en el extremo final de la Línea, asimismo se considera la vía de enlace con la Línea 2 del Metro.

Aunados a los túneles que albergarán el convoy del Metro en las 2 Líneas se encuentran otros de menor magnitud pero tan importantes como los primeros, dichos túneles se han denominado "secundarios" y servirán para:

- Accesos y distribución de los usuarios hacia el andén.
- Comunicación entre túneles para efectos constructivos.
- Fosa de mantenimiento preventivo del material rodante.
- Nichos para subestaciones.
- Nichos para Puestos de Rectificación.

La longitud aproximada de los túneles secundarios es de 450 m. para la Línea 3 Sur, y 2,418 m. para la Línea 7.

Todos los túneles de Metro, que se construyeron durante esta Administración, fueron denominados de la siguiente manera:

Túnel de Tramo.— Para alojar una o dos vías, su construcción se aplicó en tramos interestaciones.

Túnel de Andén.— Aplicable en las Estaciones, presenta tres alternativas, la primera: un túnel de dos vías con columna al centro; la segunda un túnel que aloja a las dos secciones anteriores pero sin columna al centro; y la tercera comprende dos túneles independientes de tramo.

Túnel de Conexión.— Para comunicar una lumbre-ra con Estación, o con tramo.

Túnel de Acceso.— Uso definitivo en Estaciones, su función es comunicar los andenes con el exterior.

Túnel de Distribución.— Para distribuir el flujo de los usuarios a lo largo de los andenes.

Túnel en Tramo y Estación.

Es importante mencionar que realizar una división de los conceptos que intervienen en los estudios previos, procesos constructivos, instrumentaciones, implementaciones, controles topográficos, y diseños estructurales, entre túnel de tramo y túnel de estación, es realmente difícil, dado que los túneles están analizados bajo el mismo criterio y en donde todas las actividades que integran la construcción de los mismos se rigen bajo las mismas especificaciones. Sin embargo, es conveniente resaltar la importancia que tiene la integración de los túneles de conexión, de acceso o de distribución, con los correspondientes a los de Andén, ya que la unión de estos túneles requirió de un procedimiento constructivo riguroso.

Para la construcción de los túneles, se contó con perfiles estratigráficos detallados, determinados a partir de sondeo realizados a una separación promedio de 100 m. y en algunos casos, en donde, por las características especiales del subsuelo se requirió una separación hasta del orden de 40 a 50 m.

Topografía.

Debido a las tolerancias en la implantación de vía, condicionada por los gálibos permisibles, la presencia de curvas horizontales y verticales, así como los problemas propios de excavación de túneles, fue necesario implementar un control riguroso de la topografía, con intervención del proyectista, el constructor y el supervisor de la obra.

El proyectista proporcionó el trazo de cada una de las lumbreras, procediendo a verificar el mismo mediante una poligonal cerrada.

Una vez terminada la excavación de cada lumbrera se bajan los ejes de las mismas hasta el nivel de piso, mediante oculares acodados. Debido a las dimensiones reducidas de la tangente inicial, cuando se dispone de un tramo suficientemente largo de túnel, se utiliza el giróscopo para corregir el rumbo, en su caso.

En cada etapa de excavación se procede a prolongar el trazo y nivel, marcando en el frente la sección a excavar. Acto seguido, se hace un seccionamiento transversal, a partir del cual se determinan las zonas que requieren recortarse para alojar el revestimiento definitivo.

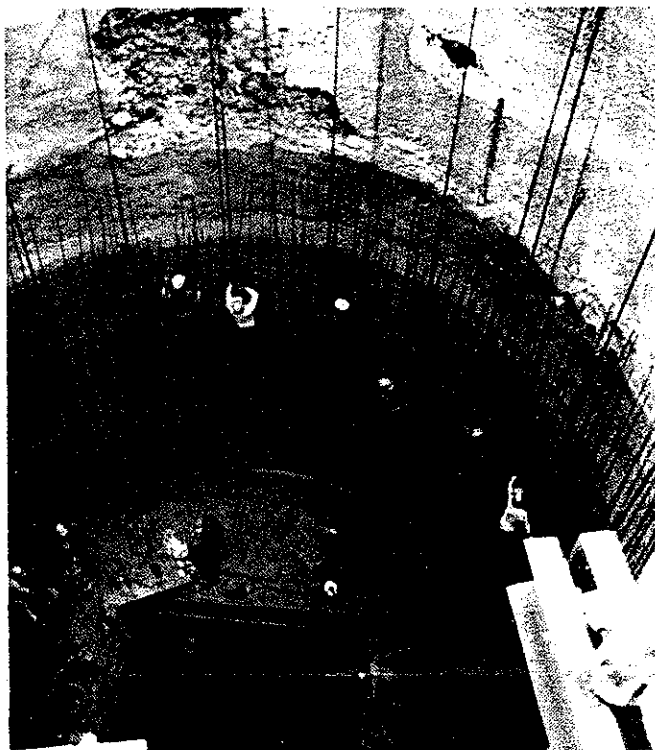
Se acude también al uso de pozos de control topográfico, para ratificar la posición del eje del túnel.

Construcción de Lumbreras.

Distanciadas aproximadamente a cada 500 metros, y con diámetros de 10.20 m. se construyeron seis de éstas en la Línea 3 Sur y se planearon realizar 24 de ellas en la Línea 7.

La excavación de las lumbreras se efectuó, en todos los casos con métodos tradicionales. Se coló un brocal para proteger el terreno de sobrecargas locales; para la excavación del núcleo, se utilizó una draga con cucharón de almeja y, en otros casos, se usó traxcavos. Para extraer la rezaga mediante botes izados por dragas. Excepcionalmente hubo necesidad de colocar pozos de abatimiento en el perímetro de la lumbrera, para disminuir las filtraciones.

El ciclo normal de trabajo comprendía una excavación de 2.50 m. de profundidad, colocación de concreto lanzado de 15 cm. de espesor, con electromalla; y así sucesivamente por tramos hasta llegar al nivel de piso, donde se colaba la losa de fondo como parte del revestimiento definitivo.



Finalmente con el empleo de una cimbra deslizante, se cuela el revestimiento definitivo, de concreto reforzado; y se deja como tápon, una cercha de madera con la configuración del túnel a excavar.

Construcción de los Túneles.

Debido a que, en la mayoría de los casos, el eje del túnel coincide con la vialidad superficial, fue necesario desplazar las lumbreras, lo que dió lugar a la necesidad de construir túneles de conexión perpendiculares a la Línea del Metro.

En la intersección de ambos túneles se provoca una discontinuidad, que forma una zona de encapillado misma que amerita un procedimiento cuidadoso. Se vió, en la práctica, la conveniencia de que la clave del túnel de conexión estuviera a mayor altura que la correspondiente al túnel de tramo o de Estación.

El ataque del túnel se inicia con un emportalamiento en la intersección con la lumbrera, colando en una ranura perimetral, una trabe de borde de concreto, así como anclas de fricción en la parte superior del portal.

El mismo procedimiento constructivo se aplica en todas las intersecciones de túneles, dejando anclajes en la trabe de borde para integrarlos con el revestimiento definitivo.

El ademe de los túneles consistió en concreto lanzado y la combinación de éste con marcos metálicos.

De acuerdo con las características de los suelos y los techos existentes en cada tramo, se llevó a cabo una zonificación sobre los procedimientos de excavación y propiedades del ademe primario. En todos los casos, el concreto lanzado remata en una zapata de 40 x 80 cm. bajo el nivel de plantilla.

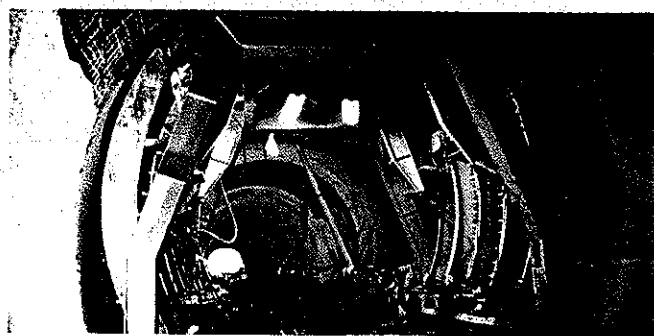
Las variantes se refieren al cambio de espesor del concreto lanzado, de 15 a 25 cm. como máximo, la colocación de una o dos mallas electroforjadas, el refuerzo de zonas críticas con marcos metálicos, así como la distancia máxima excavada sin ademe: 2.40., 1.20 ó 1.00 m, el ataque a sección completa o con banqueo, y la distancia máxima de este último.

A continuación se describe un ciclo típico de excavación, en un día de trabajo: Se inicia en la zona de clave, utilizando pistolas neumáticas o equipo de corte especializado (rozadoras), traspaleando el material excavado manual o mecánicamente, según el caso. Cuando se especifica el ataque a media sección, una vez terminada en la longitud máxima permitida, se procede a lanzar el concreto del ademe primario hasta el piso del banqueo.



La excavación del banco inferior se puede hacer con traxcavo, ya que su geometría se presta para ello o con la propia rozadora; para alojar la zapata de apoyo del concreto lanzado de la parte inferior, así como para afine, se emplean también las pistolas neumáticas. La excavación se suspende hasta que no se haya completado el lanzado del concreto, apoyándolo en las zapatas extremas.

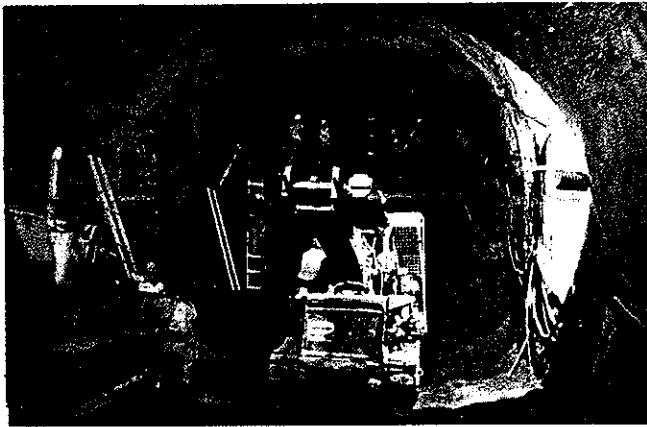
Cuando se requieren marcos, se coloca la media sección superior sobre rastras, colocando después las "patas".



Para la zona en donde el túnel encuentra el derrame basáltico, el ciclo de trabajo cambió como sigue: barrenación con perforadora de pierna, (barrenos de 38 mm y 2.40 m de profundidad), carga de explosivo (cartuchos de 150 gramos) y tronada.

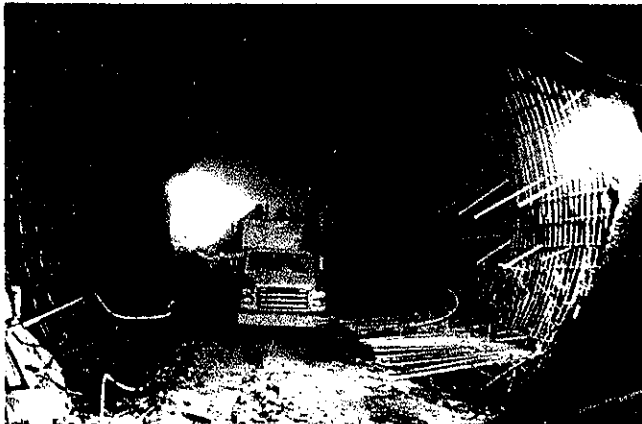
Se excava en tres etapas, una central en la parte superior, ampliaciones laterales a ambos lados de la media sección superior y finalmente, el banco inferior. Las mayores dificultades de excavación se presentan en el frente mixto de basalto y contacto con el tepetate.

En todos los túneles, el manejo de la rezaga se lleva a cabo mediante camiones de volteo o botes colocados sobre plataformas de camión.



En algunos casos como en la cercanía de la Estación "Tacuba" fue necesario utilizar un escudo de frente abierto. En este caso, previo al inicio de la excavación se construyó un atraque de concreto, para apoyar los gatos y transmitir el empuje; cuando está el escudo en contacto con el terreno, se efectúa un precorte que facilita su avance; se accionan los gatos, avanzando en incrementos de 80cm. de longitud.

Una vez que el escudo recorrió esa distancia, se excava el núcleo del túnel en la zona de la camisa a la vez se coloca un anillo de dovelas dentro del faldón. En el siguiente avance, queda un anillo de dovelas de la zona del faldón en contacto con el terreno que se expande con gatos hidráulicos, para garantizar un contacto adecuado contra el terreno.

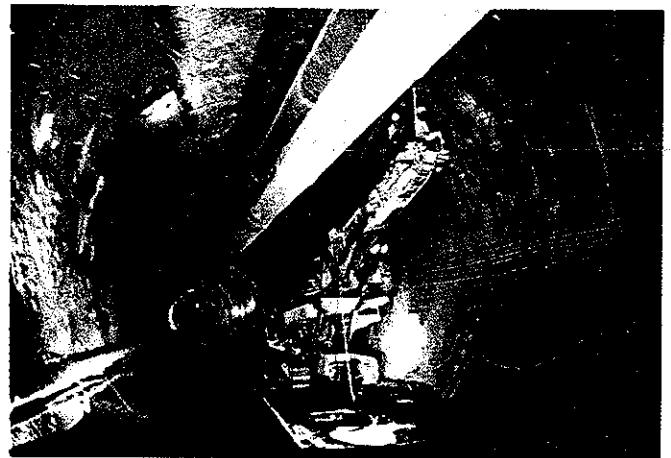


En la excavación de los túneles se utilizaron equipos como:

- Pistolas neumáticas y traxcavo, cargando la rezaga con botes que se transportan mediante un camión plataforma.
- Rozadoras con capacidad de 20 a 40 m³/hr., o bien un brazo cortador montado sobre un equipo caterpillar, la carga y transporte de la rezaga se efectúa directamente sobre un camión de volteo o por medio de un traxcavo.
- Torres de manto en las lumbreras o dragas para izar los botes hasta la superficie.

Revestimiento definitivo.

El revestimiento definitivo de los túneles secundarios, así como aquellos de geometría variable (zonas de transición, encapillados, etc...) se efectuó con concreto lanzado.



En todos los demás casos se utilizaron cimbras seccionales metálicas, en módulos de 6.0 m. de longitud, para la guarnición y clave, así como para el colado directo de la losa de fondo, confinada por las propias guarniciones; en ocasiones se efectuó en una sola operación, el colado de la losa de fondo y las guarniciones.

El suministro del concreto se realizó por medio de camiones revolvedoras, los cuales descargaban en una tolva que estaba colocada en la misma lumbrera o en pozos perforados especialmente sobre el eje del túnel. También se aprovecharon los pozos de control topográfico. La tolva se conecta a una tubería de 12", existiendo en la parte inferior un tanque amortiguador del cual se descarga directamente a las bombas de concreto. Estas conducen el concreto a través de una tubería a la parte superior de la cimbra.

La estructura metálica de la cimbra se desliza sobre rieles, colocados sobre la guarnición, desplazándola mediante "Tirfor".

Una vez colada la clave, con un tiempo para fraguado de 12 horas, se procedió a descimbrarla y a correrla a una nueva posición.

Finalmente en lo que respecta a la construcción de túneles y antes de enunciar las características principales de los materiales empleados para los revestimientos primario y definitivo así como los controles de calidad que se aplicaron, debe agregarse en este inciso que en todos los túneles que integran esta etapa de construcción se implementó una instrumentación detallada previa, durante y posterior, a las actividades de excavación, revestimientos primarios y definitivos. Dicha instrumentación permitió conocer los movimientos verticales y desplazamientos horizontales, tanto dentro del túnel como en la superficie. Este conocimiento colaboró en forma contundente a la definición de los parámetros, bajo los cuales se rigieron las especificaciones de construcción.



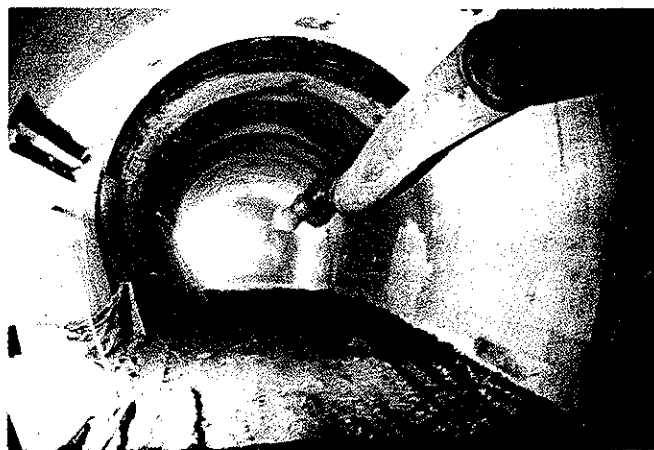
Las especificaciones de materiales para el revestimiento de los túneles del metro:

Concreto.— Concreto lanzado que se usó como recubrimiento primario y en algunos casos como revestimiento definitivo.

Requisitos de resistencia.

Se puede considerar que se necesitó un grado de calidad similar para los revestimientos primario que para el definitivo. En el primer caso, con la finalidad de asegurar su función de ademe, se solicitaron resistencias en el concreto a edades tempranas de 24 hrs. y tres días, con valores respectivos de 90 y 120 kg/cm² y especificando la de proyecto en 150 kg/cm² a siete días.

Para el concreto del revestimiento definitivo, la resistencia de proyecto fué de 200 kg/cm² a los 28 días.



Las probetas donde se determinaron las resistencias alcanzadas, se obtuvieron mediante la extracción de corazones de artesas, que se colaron como muestras durante el proceso de lanzado.

Agregados

El agregado que se utilizó, tiene una formación andesítica y fue suministrado de bancos ubicados en la periferia del Distrito Federal; su dosificación se efectuó con la combinación de finos y gruesos, para obtener una granulometría continua con tamaño máximo de 16 mm (5/8")

Cemento

El tipo de cemento utilizado se adecuó a las existencias en el mercado; los más idóneos corresponden a los Tipos III y I, pero debido a la escasez, fue necesario dosificar el Tipo C-2 puzolánico. El consumo por metro cúbico de concreto lanzado, incluyendo el volumen que se elimina en la operación de lanzamiento, es del orden de 400 kg.

Aditivos

Para asegurar que el concreto lanzado adquiriera resistencia a edades tempranas (24 hrs. y tres días), se requirió el uso de aditivos acelerantes. La efectividad de estos aditivos, se definió en pruebas de compatibilidad con el cemento; algunas marcas de estos productos no cumplieron los requisitos y no se aplicaron.

De las cualidades más importantes que se verifican en la mezcla Aditivo - Cemento, se señalan los tiempos de fraguado inicial y final, los que deben presentarse a los 3 min. y 12 min. respectivamente; además la resistencia de compresión a 8 hrs, se especificó en 60 kg/cm² como mínimo.

Los porcentajes óptimos del aditivo que se definieron en estas pruebas, fueron del orden del 3 % con respecto al peso dosificado del cemento.

Concreto normal

Requisitos de resistencia

El revestimiento definitivo con este material se hizo principalmente en la Línea 3 Sur II y en la Línea 7. En otros tramos se utilizan dovelas precoladas.

Los requisitos de resistencia que se fijaron fueron, para $f'c$ de 250 kg/cm² a los 28 días, excepto en las dovelas en donde se solicitó $f'c$ de 350 kg/cm² a la misma edad.

Agregados

Fueron suministrados también de bancos de andesita en la periferia del Distrito Federal; el tamaño máximo del agregado grueso fue en su mayoría de 19 mm (3/4"), adecuado para las condiciones de armado y transportación por bombeo que se utilizó.

Cemento

En su mayoría se consumió cemento tipo puzolánico (C-2) por el motivo expuesto anteriormente.

Suministro

Los mayores volúmenes fueron producidos en plantas premezcladoras que se instalaron en terrenos próximos a la obra; el transporte en superficie se hizo en mezcladoras de tránsito y en el interior del túnel mediante bombeo; en este último caso para reducir las distancias de acarreo, el concreto se descargaba en el extremo superior de perforaciones revestidas con tubo de acero que atravesaban el terreno sobre el túnel, ubicándolas cerca del frente de colado. Para disminuir la tendencia a la segregación provocada por la caída (unos 20 m), se utilizaron deflectores y tolvas.

Pruebas de calidad

Durante todos los colados, se llevó un muestreo sistemático del concreto, tomando cilindros para su ensaye a compresión. En los casos de incumplimiento en la resistencia, se corroboraban resultados mediante la extracción de corazones, los cuales eran ensayados para conocer su resistencia, y así poder establecer los criterios normativos.

Inyecciones de Contacto.

Para rellenar los huecos entre el concreto lanzado primario y el concreto definitivo normal, que seguramente quedan en la zona de clave, se especificaron inyecciones de contacto mediante mezclas, en donde se utilizaron materiales con las siguientes características:

Arena

Originaria de bancos localizados al Sur del Distrito Federal en la zona del Ajusco; es de origen volcánico, con módulo de finura promedio de 1.1, menor al que se especificó (1.4 mínimo), pero se consideró adecuada para los fines que se persiguen.

Cemento

El tipo consumido fue C-2 Puzolánico; el rendimiento por metro cúbico de inyección fue del orden de 500 kg.

Bentonita

Se utilizó como lubricante de inyección y para formar una suspensión que redujera la velocidad de decantación de los ingredientes.

La bentonita en polvo se dosificó al 3 % con respecto al peso del cemento; antes de su aplicación tuvo un período de hidratación.

Mezclas

Los ingredientes descritos se combinaron para producir dos tipos principales de mezclas que se aplicaban de acuerdo a la absorción del barreno inyectado; la primera formada por cemento - agua ocasionalmente bentonita hidratada y la segunda, añadiendo a esta mezcla, proporciones variables de arena.

Acero de refuerzo

Como refuerzo del concreto lanzado primario, se colocó una malla electrosoldada tipo 6 x 6 4/4 con límite de fluencia de 5,000 kg/cm² y resistencia máxima de 5,700 kg/cm².

En el revestimiento definitivo tanto de concreto lanzado como normal, el armado se hizo en su mayoría con varilla del diámetro No. 6 y grado R - 42.

La verificación de la calidad en estos aceros se efectuó mediante pruebas mecánicas de tensión y doblado.

TALLERES TICOMAN

Los talleres "Ticomán", están ubicados en el extremo Norte de la Línea 3 del Metro, y están destinados a prestar los servicios necesarios para mantenimiento menor y mayor a las unidades del material rodante y a los elementos que componen las subestaciones de rectificación.

La construcción de los talleres, se previó en tres etapas que ocupan una superficie aproximada de 19 hectáreas y cuenta con Nave de: Depósito, Pequeña Revisión, Vehículos Auxiliares, Maquinado de Durmientes, Gran Revisión; Depósito de material de Vía y Taller Eléctrico, las cuales están destinadas para dar servicio de Mantenimiento. Para los servicios de control de operación, se cuenta con: Puesto de Maniobras, Zona de Vías y Peines, Almacén General, Almacén de Productos inflamables, depósito de basuras industriales, así como vialidades internas y estacionamientos. En la misma área se localizan las edificaciones destinadas para el control de energía, que son: caseta de acometida eléctrica, caseta de tracción, subestación eléctrica y grupo compresor. Además cuenta con un Edificio de Oficinas Generales para llevar los asuntos administrativos.

A continuación se describe el procedimiento constructivo de algunas edificaciones destinadas a los servicios de mantenimiento, control de operación, control de energía y administración.

Servicio de Mantenimiento.

Nave de pequeña revisión.

Esta nave ocupa una superficie de 13,155 m², y tiene una altura de 6.60 m. Su función es la de mantener en condiciones óptimas a los trenes que dan servicio al público; este mantenimiento consta de lavado, sopleteado, rectificación de zapatas, cambio de neumáticos, limpieza interior y rectificación de niveles de aceite.

Una vez que se definió el área de la nave, se realizó un mejoramiento del terreno se excavó hasta una profundidad de 1.80 m., y se rellenó con material limo-arenoso compactado al 95 % o. Se desplantaron zapatas aisladas para recibir la estructura metálica y zapatas corridas para las fachadas Oriente, Sur y Poniente. La superestructura a base de columnas tipo "I", trabes con la misma geometría y armaduras metálicas, para salvar de claros de 15.0 m.; los muros están contruidos mediante un rodapié de 1.10 m. de altura y el resto del claro, con losa siporex; la techumbre, a base de lámina de asbesto y lámina acrílica.

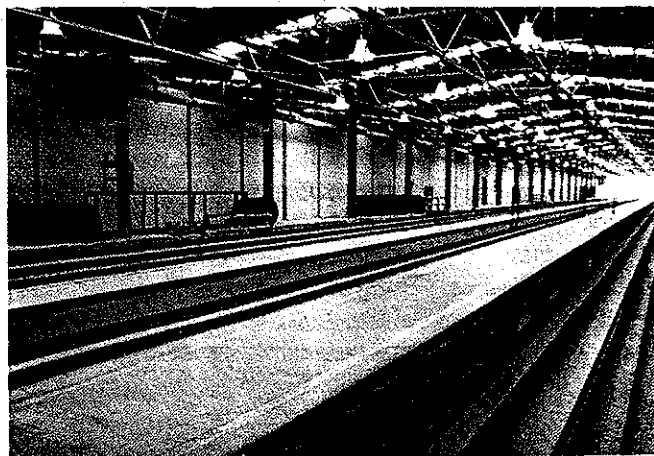
Para la construcción de las fosas de revisión se utilizaron dos alternativas:

Fosas coladas en sitio y fosas con elementos precolados.

Las fosas tienen un acabado pulido y pintura epoxi-poliéster, los andadores tienen acabado escobillado:

En los baños, se colocó baldosín de 10.5x21x.07 cm. color champaña, los muebles sanitarios se especificaron para uso rudo.

Fachada: los muros son de concreto aparente y siporex, con pintura vinílica, las columnas llevan un recubrimiento primario anticorrosivo y pintura de esmalte. En locales técnicos se colocó cancelería de madera.



Vehículos auxiliares.

El proyecto de los talleres "Ticomán", contempla la construcción de una Nave de Vehículos Auxiliares, la cual se desplanta en una superficie de 2000 m². y está formada por dos zonas:

- a) La zona de locales en la que se encuentra el local Administrativo, Almacén y Servicios Sanitarios.
- b) La zona de servicios que tiene una área para mecánicos, y una Fosa de Revisión.

La cimentación consta de zapatas aisladas de 1.80 m. x 2.00 m. a 1.50 m. de profundidad, para soportar la estructura y zapatas corridas perimetrales de 0.75 m. de ancho, para apoyar los muros de block.

El sistema de piso es de losas de concreto armado, variable en su espesor a lo largo de la Nave; la Superestructura es a base de columnas, armaduras metálicas a dos aguas, largueros "mon-ten", cubierta de lámina de asbesto cemento y tragaluces de acrílico. Los muros están contruidos por un "rodapié" de concreto armado de 0.15 m. de espesor y 1.10 m. de alto, el espacio restante está cubierto por tabletas de Siporex.

Depósito de Material de vía.

Este depósito se encuentra al Norte del Almacén General, entre la Nave de Vehículos Auxiliares y la Nave de Pequeña Revisión, su finalidad es la de almacenar durmientes. Las instalaciones comprenden una plataforma de concreto armado con una dimensión de 99.00 m. x 44.50 m.; y una grúa viajera al centro, que sirve para transportar los durmientes.

Por tratarse de terrenos de tipo agrícola, se escarificó y compactó al terreno natural, y se procedió a colocar material de terracería en capas de 30 cm. de espesor máximo, compactándolas hasta alcanzar un grado de 95 %/o. Finalmente se aplicó un riego de impregnación con asfalto del tipo FM-1 en áreas de 4.0 m. x 6.0 m., para colocar losas de concreto de 20 cm. en forma alternada.

Taller Eléctrico.

El Taller Eléctrico, es uno de los edificios de mayor importancia en estos talleres, ya que la finalidad de su construcción, es la de proporcionar mantenimiento a las unidades del sistema, dentro del rango de operaciones que a él corresponde.

El Taller Eléctrico, consta de las siguientes plantas:

1. Sótano.
2. Planta baja.
3. Planta alta.
4. Azotea.



a) En el sótano, se encuentra un patio inglés, donde se tienen transformadores, además de una zona de almacenaje.

b) Planta baja: Constituida por dos cuerpos, el Cuerpo "A", que es una subestación eléctrica, que tiene como fin el probar el equipo reparado o nuevo (en esta sección, se cuenta con una grúa viajera de 20 tons. de capacidad), y el Cuerpo "B" que comprende los siguientes locales:

1. Verificación de gálbos.
2. Enfermería.
3. Aspirador.
4. Montacargas.
5. Taller mecánico.
6. Local de soldadura.
7. Pintura.
8. Tanque de pruebas.
9. Bombas y torniquetes.

c) La planta alta, está dividida en dos zonas, la administrativa y la de servicios, (almacenes y talleres).

Su distribución es la siguiente:

1. Area administrativa.
2. Montacargas.
3. Almacén de taller mecánico.
4. Almacén de baja tensión.
5. Almacén de alta tensión.
6. Baja tensión.
7. Alta tensión.

d) Azotea, en esta planta sólo se tiene el cuarto de máquinas.

La zona de sótano, es propiamente la cimentación del Cuerpo "A" constituida por un cajón. La excavación se realizó a cielo abierto limitada por un talud de 0.25:1 en todo el perímetro de esta área.

El cajón está formado por una losa inferior de 0.20 m. de espesor contratraves de 0.70 m. x 0.40 m. de concreto armado y una losa superior. Los muros del cajón son de concreto con 15 cm. de espesor.

La planta baja, es de concreto reforzado, y consta de un total de 44 columnas de sección cuadrada (0.60 x 0.60 m.); la losa de piso en el cuerpo "A" es de 12 cm. y en el cuerpo "B" es de 10 cm.; la cimentación de este cuerpo es a base de zapatas corridas y contratra-bes en donde se aloja una galería de cables.

Los muros de la planta baja, son de dos tipos: Los de carga que son de concreto armado de 15 cm. de espesor y los divisorios que son de tabique de 15 cm.

Servicios de Control.

Puesto de Maniobras.

Se localiza entre el acceso a los talleres y el peine de vías.

La función principal de este edificio, es alojar los aparatos e instalaciones de las que se compone el equipo de pilotaje automático para el control de movimientos de los trenes en estos talleres.

El Puesto de Maniobras, se compone de tres plantas: sótano, planta baja y planta alta; el sótano tiene como función el recibir los ductos de alta y baja tensión que dotan de energía al edificio; en la planta baja, se encuentra el cerebro de la consola de control y gabinetes auxiliares; en la planta alta, se encuentra el puesto de control y servicios sanitarios.

Este edificio se desplanta en una superficie de 2575 m²., su cimentación es en cajón desplantado a 3 m. de profundidad, compuesto por una losa inferior de 11 cm. muros de concreto de 15 cm. y columnas de 0.4 x 0.4 m. En la planta baja el sistema de piso es a base de una losa reticular de 15 cm. de espesor, los muros que se continúan en la planta baj son de concreto armado de 15 cm. y columnas con sección de 40 cm. por lado.

La losa de entrepiso es de un espesor de 15 cm. los muros y columnas continúan como las anteriores y la losa de azotea, es de concreto armado de 11 cm. de espesor.

Vías y Peines.

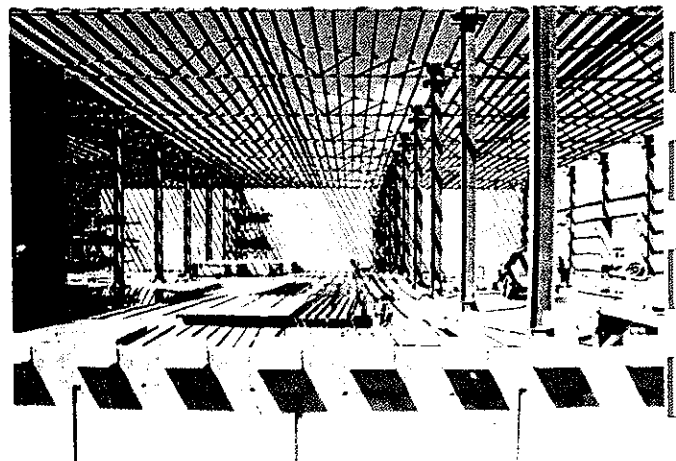
Esta zona ocupa una extensión de terreno de 21.000 m²., y se encuentra localizada en la parte Norponiente de los talleres "Ticomán."

En ella se localizan las vías y peines que conectan a la cola de la Estación "Indios Verdes", con las diferentes locales de mantenimiento de talleres "Ticomán".

La excavación y construcción del sistema de piso en la zona de peines, se realizó a cielo abierto, estando limitada en el sentido longitudinal y transversal por taludes 0.25:1. El Fondo de la excavación se escarificó y compactó, hasta alcanzar un grado mínimo del 90 %/o. A partir de esto se inició un relleno con tepetate compactado al 90 %/o, en capas de 20 cm.

Almacén General

El Almacén General, es una nave desplantada en una superficie de 3,612 m². Está dividido en dos sub-almacenes Taller Eléctrico y de vehículos auxiliares; cada uno cuenta con zona de almacenaje, área de maniobras, acceso para un montacargas y sanitarios. Un almacén para artículos nacionales y otro para importados, ambos con zonas de oficinas, área de entrega y recepción, su estantería de tres niveles y un almacén de llantas.



2646 (4)

La cimentación está constituida por un cajón, con dimensiones en planta de 42.70 m. x 83.40 m., integrado por una retícula de 3.50 m. x 3.50 m. con muros de concreto armado de 0.25 m. de espesor.

El cuerpo de la nave está formado por columnas de sección I. (soldadas en su base con una placa) unidas por trabes de liga con la misma sección, pero con peralte menor, el claro de 14.00 m. se salva con armaduras formadas por ángulos.

Se tienen muros de block y de siporex, así como muros divisorios de concreto armado.

Urbanización Interior.

Distribuida en toda el área de talleres "Ticomán", su función es dotar de las facilidades necesarias para tener un tránsito y acceso cómodo, a todos los edificios que forman el conjunto.

El sistema de vialidad, está formado por carpeta asfáltica, en un 98 % del área transitable, el resto son pasos de emergencia de concreto armado.

La red de drenaje, está formada por tubería de concreto armado, pozos de visita y un tramo de colector.

La red de alumbrado, está compuesta por 4 super postes en la zona de vías y peines, además de postes a cada 25. m., a lo largo de toda la vialidad que se ve complementada para optimizar su servicio por andadores de concreto en el perímetro de cada uno de los edificios.

Los pavimentos se formaron por una subrasante de 0.20 m., sub-base de 0.15 m., y base de 0.20 m., procediendo después a colocar un riego de impregnación y de liga, para extender sobre éste la carpeta asfáltica de 10 cm. de espesor.

Control de Energía.

Cabina de Tracción I y II.

La excavación y construcción de la cimentación para la Cabina de Tracción I de talleres "Ticomán", se hizo a cielo abierto y se limitó en sus extremos por taludes de 0.25:1.

Después se procedió a escarificar y compactar el fondo de la excavación para colocar una plantilla de concreto pobre de 10 cm. de espesor, procediendo después con el armado y colado de la losa del cajón de cimentación.

Terminado el colado de la losa y los muros, se procedió a armar y colar, tanto las trabes como la losa de entrepiso, cuando esta última alcanzó la resistencia de proyecto, se procedió a rellenar el espacio comprendido entre el paño exterior del muro y el talud, con material seleccionado de la excavación, compactándolo en capas de 20 cm. de espesor con humedad controlada hasta alcanzar el 90 % de grado de compactación de la prueba Proctor-Estandar.

Subestación de 15 Kv. y Zona de Compresor.

Este edificio se localiza en la parte Sur de estos talleres; consta de un área de 430 m². y su función es dotar de energía a las Casetas de Tracción y al Taller de Revisión Menor, del mismo modo que de agua y aire comprimido.

El edificio está compuesto de dos cuerpos: la zona de compresores y la de transformadores, que cuenta con un sótano y una planta a nivel.

En este edificio, el apoyo de la estructura, consta de dos soluciones de basamento: la zona de sótano, la cual es un cajón de cimentación que se excavó a cielo abierto, con taludes 0.5:1 en todo el perímetro de la excavación, y con una losa de fondo de un espesor de 15cm., los muros que conforman el cajón, son de 15cm. de espesor; el otro cuerpo, tiene una cimentación superficial y está constituido por zapatas aisladas, unidas por contratraveses, el sistema de piso es una losa de concreto armado de 20cm. de espesor, los muros en la planta baja de todo el edificio, son de concreto armado de 15cm. de espesor, acabado aparente, y la losa de azotea, es de 12cm. de espesor.

Oficinas Generales.

Este edificio, se localiza entre el acceso principal a los talleres "Ticomán" y el Almacén General.

En estas oficinas, se manejaría principalmente, el Sistema Administrativo de talleres, así como las estadísticas del material alojado en el Almacén General.

Las oficinas están distribuidas de la siguiente manera:

- a) Planta baja.— donde se localiza el archivo general, una sala de uso múltiple y servicios sanitarios.
- b) Planta alta.— se encuentra el cardex general, privados para el personal administrativo y parte complementaria de los servicios sanitarios.

Es un edificio construido a base de concreto armado y cimentado a base de zapatas corridas.

En acabados se tiene, loseta vinílica, pintura vinílica tipo Silpyl, cancelería de multipanel y aluminio, ventanería de aluminio, falso plafón a base de cemento, y pintura de esmalte.

TALLERES EL ROSARIO

Los talleres "El Rosario" están ubicados en el Poniente de la Línea 6 y serán destinados para dar mantenimiento a las unidades de material rodante de las Líneas 5 y 6 y en un futuro la Línea 7. Ocupa un área aproximada de 160,000 m². y contará únicamente con los servicios de mantenimiento correctivo y preventivo. Para lo que está destinada la construcción de: una Nave de Depósito, vehículos auxiliares, depósitos de material de vía con un área de 5,000 m², pequeña revisión, puesto de maniobras, vías y peines, almacén general, almacén de producción inflamables, vialidades internas, estacionamientos, caseta de acometida eléctrica, subestación y grupo compresor, caseta de tracción; así como un edificio de oficinas para el control administrativo.

Los procedimientos constructivos son semejantes a los utilizados en la construcción de los talleres "Ticomán," los cuales ya fueron descritos.

En resumen, la construcción de talleres "El Rosario" exigió preparar una plataforma nivelada, para lo que se necesitó mejorar el terreno natural con la abertura de una caja y la colocación de terracerías, en espesor promedio de 1.80 m. por tratarse de terrenos agrícolas.

La ejecución de las redes subterráneas de diferentes servicios (drenaje, alta y baja tensión) se inició una vez terminadas las terracerías.

Las naves de depósito y pequeña revisión, se desplantaron sobre zapatas aisladas de concreto; la superestructura consiste en columnas y armaduras metálicas a dos aguas, largueros "mon-ten", cubierta de lámina de asbesto y acrílico para los tragaluces.

Las fachadas laterales y posteriores, se han resuelto a base de tabletas de siporex o muros de block, apoyados en un "rodapie" de concreto.

Las edificaciones restantes consisten en estructuras convencionales de concreto y muros de tabique o concreto aparente.

Los talleres cuentan con un sistema de vialidad interior, con pavimento de concreto asfáltico, así como con una red de alumbrado que habilita postes a cada 25 m. y superpostes en la zona de vías y peines.

PUESTO CENTRAL DE CONTROL AMPLIACION UNIDAD I

El edificio del Puesto Central de Control (P C C) fue construido en la 1a. etapa para suministrar energía a las Líneas 1, 2 y 3 del Metro. Es una estructura formada por una cimentación profunda, planta baja y seis niveles. Está ubicado en el primer cuadro de la Ciudad de México, en un área de 7000 m². en la manzana que limitan las calles E. Pugibet, Delicias, Buen Tono y Luis Moya al Norte, Sur, Oriente y Poniente respectivamente. Aquí mismo está alojado el edificio administrativo y el estacionamiento del Sistema de Transporte Colectivo.

Es en el edificio del Puesto Central de Control donde a través de tableros de control óptico y puestos de despacho de carga se controla el movimiento y operación de los trenes en las diferentes líneas del Metro correspondientes a la 2a. y 3a. etapas de ampliación.

Ampliación Unidad I.

Ante la creciente demanda de transporte colectivo y la decisión al construir nuevas Líneas de Metro, el

Puesto Central de Control Unidad I se vió limitado en su funcionabilidad, no obstante que en su diseño original se previeron futuras ampliaciones para operar con capacidad suficiente para una red de 60 Km. de longitud.

La ampliación de la Línea 3 tanto al Norte como al Sur, las nuevas Líneas 4, 5 y 6 implicaban un aumento en kilómetros mayor al previsto por lo que se hizo necesario llevar a cabo un estudio comparativo tanto en funcionabilidad y operación como en costo con miras a construir un nuevo edificio a ampliar el ya existente.

La decisión fue ampliar la unidad No. 1 en la inteligencia de que se contaba con las factibilidades técnicas y capacidad en espacio.

Realmente la obra civil en esta ampliación fue mínima, dado que existían las preparaciones necesarias para ampliar esta unidad, pero fue necesario efectuar algunas reubicaciones de equipo así como redistribuciones en los pisos 3o. al 6o. Entre las readaptaciones más sobresalientes destacan las siguientes:

Creación de 2 nuevos locales que alojaron conductores de Baja Tensión.

Redistribución de computadoras de tráfico, sala de baterías y servicios complementarios.

Reubicación y ampliación de la señalización y control de los tableros ópticos (1 por Línea)

Preparaciones para la instalación de computadoras, equipos de telecomunicaciones, talleres y laboratorios etc.

PUESTO CENTRAL DE CONTROL UNIDAD II

El edificio del Puesto Central de Control Unidad II está destinado a ser sede del equipo que controlará las Líneas 7 a 12 del Sistema de Transporte Metropolitano de la Ciudad de México.

Es un edificio que consta de planta baja y tres niveles con 1000 m². de superficie cada uno.

Cada nivel cumple con una función bien definida, así tenemos que:

La planta baja.— Es una zona de subestación y baterías, y es centro único de recepción de energía, la que recibe del Puesto Central de Control I, a través de una galería de cables subterráneos.

El primer nivel.— Es una galería de cables y permanencias, donde se distribuyen, tanto los cables de control que vienen del P C C I, como los que van a las Líneas; todo esto, a través de ductos verticales en el edificio, y galería a P C C I y túnel a las Líneas.

El segundo nivel.— Es la sala de relevadores, donde se albergan las computadoras y oficinas del personal que las controla.

El tercer nivel.— Es el lugar en donde se localizan los tableros de control ópticos, las computadoras y las oficinas de control.

En la azotea está ubicado el equipo de aire acondicionado, el cuarto de máquinas y control de motores.

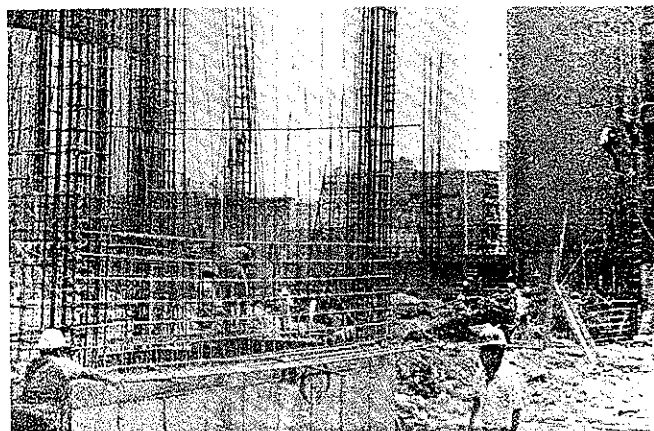
A estos niveles, se llega mediante escaleras, elevador o monta-carga.

Todo esto, se encuentra en el interior de una estructura de concreto, cimentado sobre pilotes de fricción de 27.0 m. de largo de sección cuadrada, los cuales fueron fabricados en la obra, en dos tramos, de acuerdo a lo especificado en proyecto, para lo que se elaboró una cama de concreto, perfectamente nivelado para el colado de dichos pilotes. Dicho colado se ejecutó en forma terciada para ahorrar espacio y cimbra, en algunos casos se curaron a vapor con el fin de cumplir con los programas de construcción establecidos.

En cuanto se pudo contar con los pilotes para iniciar el hincado, se procedió a ejecutar esta etapa, llevando a cabo, una excavación previa, en donde se encontró una capa de concreto casi corrida, Qué se supone estaba constituida por los desperdicios de una planta de concreto que existió en el lugar. Se procedió a efectuar las demoliciones necesarias y esta etapa pudo terminarse sin ningún problema.

Como complemento de la cimentación, se fabricó un sistema de contratraveses en dos sentidos, ligados a los pilotes mediante el descabece de los mismos. Esta etapa, creó nuevamente problemas la capa de concreto existente en el lugar y que se hallaba a 1.20 m. de profundidad se encontró otra capa de aproximadamente 0.80 m. de espesor, lo cual representó un atraso de obra significativo por la necesidad de efectuar demoliciones para poder alojar las contratraveses.

Tiempo después, el proyecto ordenaba la ejecución de unos muros de concreto, que formarían un sistema de contención para los rellenos de la plaza que se desplanta a un nivel de 1.4 m. sobre terreno natural, ésto se efectuó con los sistemas tradicionales de construcción.



Hasta este punto se terminó la etapa de cimentación y aquí fue donde se ejecutó la prueba de carga de un pilote. El resultado fue satisfactorio, con una resistencia de 200 tons. y una deformación de 6 mm. mejorando las hipótesis de diseño.

La superestructura esta compuesta por muros de concreto de 20 cm. de espesor, trabes de dos sentidos, columnas cuadradas de sección máxima de 0.80 m. x 0.80 m. y losa aligerada, todo de concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$. En todo lo relacionado con la estructura, no se tuvo mayor problema que los lógicos por control de calidad o por procedimiento de colocación de concretos, mismos que se subsanaron oportunamente; hasta llegar a la losa con un voladizo, del tercer nivel, que se ejecutó en 2 etapas, por facilidad de maniobras. Para efecto, se habilitó una cimbra especial de 13 m. de altura, reforzada y con contraventeo extra; debido a la altura y a la colocación de la 2a. etapa de colado, se llevó a cabo previa colocación de una resina epóxica para ligar concreto viejo con nuevo.

También en este nivel, y a fin de conseguir claros más amplios, el proyecto ordenó la colocación de viguetas de acero, de 21 m. de longitud, las que se fabricaron en obra en tres tramos, siguiendo las especificaciones y lineamientos del proyectista y, en este caso, sí se encontraron mayores problemas, pues se tuvo que ordenar un estibado adecuado en la placa, la colocación de ángulos complementarios para lograr el buen alineamiento, la nivelación y el plomeo de cada una de las viguetas. Fue necesario tener un control muy estricto del laboratorio, hubo que rehacer algunas piezas y modificar otras, pues es muy difícil lograr buena calidad, sin un adecuado taller de soldadura. Pues a pesar de que el concreto también se fabricó en la obra, se tuvieron menos problemas, aunque se le dedicó el mismo cuidado del control de calidad, tanto en los insumos como en el momento del mezclado.

Respecto a los recursos usados en esta obra, se puede mencionar, una grúa pigón, dos compresores, cuatro rodillos de mano, dos trompos de tres sacos, dos camiones, una camioneta y herramienta menor para distribuir para tres sobrestantes, tres maestros fierros, tres maestros carpinteros, y para 140 gentes más, entre fierros carpinteros, albañiles y peones; además se emplearon, un jefe de Obra, dos ayudantes, dos cuantificadores y una plantilla de 15 administrativos.

En general, no se tuvieron problemas serios, los únicos fueron los ocasionados por ubicación de la obra, ya que la zona resulta muy conflictiva para los acarreos de material, los transportes de maquinaria y los accesos a las vialidades; mas no fueron dificultades de trascendencia que no se pudieran solucionar.

DISTRIBUCION DE LOS CABLES DE CONTROL PARA LINEAS DEL METRO

Para la tercera etapa de ampliación se previó la distribución de cables tanto de control (del Pilotaje Automático), Mando Centralizado, Señalización, así como para las telecomunicaciones, a partir de una zona de localización del Puesto Central de Control Unidad II (P.C.C. II) hacia la Línea 7 principalmente y otras futuras Líneas del Sistema que contempla el Plan Maestro.

En base a los estudios, análisis y características de los suelos, se decidió utilizar tres soluciones de construcción para lograr la distribución de cables, las cuales son: Galería de cables, Túnel y Banco de Ductos.

Galería de Cables.

El inicio de la distribución de cables, que parte del Puesto Central de Control II para conectarse al Puesto Central de Control I. esta constituido por una galería de secciones rectangular de 2.0 x 2.0 m. formada por muros y losas de concreto. Tiene una longitud, de 89 m., la cual se ejecuta en forma convencional, con excavación a cielo abierto, ya que está ubicada dentro del terreno donde se sitúa el conjunto técnico y administrativo del Sistema de Transporte Colectivo.

Túnel.

La Galería de Cables se comunica con la lumbrera No. 3, ubicada en la esquina de Delicias y Buen Tono, donde se inicia la solución en Túnel.

El túnel, de 5.40 m. de diámetro interior y una longitud de 2,026 m. se desarrolla bajo las calles de Buen Tono y Dolores, desplantado a una profundidad de aproximadamente 9.0 m. con respecto al nivel de la calle. Este túnel llega hasta la lumbrera No. 1, localizada al Norte de la Alameda Central frente a la calle Valerio Trujano.

La construcción de este túnel considerando el tipo de suelo existente y para no afectar el tráfico de la zona centro de la ciudad fue por medio de un escudo que, además de las herramientas de corte, avance y las de retención del frente de trabajo, encierra el equipo necesario para procesar y transportar hidráulicamente el material excavado, así como los aditamentos para colocación del ademe a base de dovelas de concreto.

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION.

Para la entrada o salida del equipo de excavación para túnel (Escudo) fue necesario construir tres lumbreras con ademe, a base de dovelas de concreto, colocado por flotación.

En las paredes correspondientes de las lumbreras, existen preparaciones para introducir o extraer el escudo; estas consisten en un muro tapón de tabique recocido, de espesor suficiente para resistir el empuje exterior, del lodo bentonítico durante la colocación del ademe que formara la lumbrera.

Banco.

El escudo. se hace avanzar mediante el empuje de 18 gatos hidráulicos, reaccionando sobre el ademe integrado por 16 dovelas y una cuña de concreto reforzado de 20 cm. de espesor. La carrera de los gatos es de 90 cm. y después de cada avance se retraen los vástagos, dejando espacio para la colocación de un anillo de revestimiento primario.

En las condiciones de la obra que se describe, el avance del escudo requirió, en promedio, empujes totales de aproximadamente 180 tons., esto es 30 0/o de la capacidad total de trabajo del sistema de gatos.

Para evitar abatimientos piezométricos a lo largo del túnel que dieran lugar a consolidación de la arcilla circundante, el frente del recibimiento definitivo (de concreto reforzado colado in situ) siempre se mantuvo pocos metros detrás del escudo. Además la velocidad media de avance de la construcción fue de 4 m. por día en cada frente y máximos de 9m. por día/frente.

Como complemento, para la distribución de cables, con el fin de poder usar a corto plazo estas instalaciones, se construyó un Banco de Ductos de 12 vías, con una longitud de 532 m. que nace en un registro de transición que se conecta con el túnel, y termina en los registros de conexión con la línea 2 del Metro.

PREPARACION PARA FUTUROS ENLACES CON LAS LINEAS DEL METRO

De acuerdo con la Red del Sistema de Transporte Colectivo "Metro", donde se señalan las líneas y ampliaciones de ellas, así como las prioridades de construcción del sistema, previstas en el Plan Maestro que forma parte del Plan Rector de Vialidad y Transporte del Departamento del Distrito Federal, se tiene un número de cruces entre líneas permitiendo de este modo las correspondencias con las Estaciones respectivas.

En la construcción de nuevas líneas y ampliaciones a corto y mediano plazo, es inminente la planeación, proyecto y ejecución de las preparaciones necesarias para el cruce y enlace de las mismas, con las líneas del Metro que se encuentra tanto en operación como un proceso de ejecución.

Las diferentes modalidades de las alternativas de construcción tales como elevada, superficial, cajón y túnel, requieren cada una en su caso, diferentes soluciones. Al mismo tiempo, la presencia de instalaciones municipales de primer orden, monumentos coloniales, construcciones de alto valor comercial y vías de comunicación así como el programa de construcción para el sistema, influyen en la toma de decisiones para definir si el cruce se construya de inmediato o solamente se proyectaría, dejando como antecedente el análisis del trazo, gálibos y perfil del cruce y enlace de ambas líneas.

En la segunda y tercera etapas de ampliación de la Red del Sistema de Transporte Colectivo se dejaron las siguientes preparaciones de enlace con las líneas previstas en el Plan Maestro del Metro:

Línea Construída	Enlace de Líneas	Estación de Correspondencia	Ejecución del Cruce Proyecto Cosnts-	
3	3 con 9	Indios Verdes	X	X
	3 con 6	Basílica	X	X
	3 con 15	Centro Médico	X	X
	3 con 10	Eugenia	X	X
	3 con 11	Zapata	X	X
4	4 con 6	Martín Carrera	X	X
	4 con 15	Canal del Norte	X	
	4 con 10	Santa Anita	X	X
5	5 con 1	Pantitlán	X	X
	5 con 9	Misterios	X	X
	5 con 13	Molina	X	X
	5 con 10	Oceanía	X	X

Para mayor ilustración, se pueden identificar los enlaces de las líneas en el Plan Maestro que con una longitud de la Red de 444.09 km se localiza en el Capítulo III, correspondiente al del Plan Rector de Vialidad y Transporte Urbano, del DDF, vigente a Noviembre de 1982.

Instalaciones electromecánicas

- 7.1 OPERACION
- 7.2 SEÑALIZACION
- 7.3 PILOTAJE AUTOMATICO
- 7.4 MANDO CENTRALIZADO
- 7.5 TELECOMUNICACIONES
- 7.6 VENTILACION
- 7.7 ALIMENTACION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA
- 7.8 VIAS
- 7.9 MATERIAL RODANTE
- 7.10 CHOOPER
- 7.11 PRUEBAS DE LOS EQUIPOS
- 7.12 SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO
- 7.13 TALLERES



OPERACION

La función esencial del Metro, es la de transportar el mayor número de personas en el menor tiempo posible con el máximo índice de seguridad y eficiencia; proporcionando intervalo entre trenes adecuado a la demanda y normas de comodidad recomendables.

Entre los que se emplean para lograr que la operación del Metro ofrezca un buen servicio, se cuentan con los de la Señalización, el Pilotaje Automático, el Mando Centralizado y las Telecomunicaciones.

Más adelante se describen las características del Pilotaje Automático, del Peaje Automático a través de torniquetes a boleto múltiple, los cambios a la señalización y otros temas relativos a las mejoras a la operación. En este inciso se describe el equipo que más influye en la operación de la red para la regulación automática.

El sistema de regulación automática realiza tres funciones:

- A.— Seguimiento de trenes, consistente en la representación de la posición y número de los trenes, en el tablero de control óptico.
- B.— Gestión de terminales, que es el establecimiento de todos los itinerarios que se requieren para las maniobras en terminales y el mando de la salida de los trenes, según el programa horario del día.

- C.— Regulación en Línea, consistente en el mando de marchas del Pilotaje Automático y de los cofres de Despacho Bajo Orden (D B O), a fin de controlar tiempos de recorrido y de estacionamiento. Esta realiza dos modalidades: regulación de horarios para pequeños retrasos actuando en cada tren y regulación de intervalos para retardos de mayor importancia, con el control de los trenes que se encuentran circulando en la vía.

Las características esenciales de este sistema, formado principalmente por una computadora central, integrada con 6 pares de computadoras (un par por cada Línea que opere) denominadas de tráfico son:

- Entrada de información independiente para cada máquina, lo cual garantiza que ambas computadoras estén actualizadas correctamente y los errores no sean transmitidos de una máquina a la otra en caso de falla.
- Actualización del Tablero de Control Óptico (T C O) por medio de la computadora. Con esto se asegura el contar siempre con la posición y número de los trenes, en caso de falla de una zona de teletransmisión, con la simulación de estas informaciones. En otro tipo de tableros, se pierde con frecuencia la posición y el número de los trenes.
- Visualización en el T C O de los D B O encendidos por la computadora, lo que permite al regulador percibir las retenciones que efectúa la regulación automática y si es necesario anularlas.
- La regulación automática de intervalos, con la cual, el sistema hace repercutir un retardo en todos los trenes de la Línea cuando esto se hace necesario; disponiéndose así de una regulación precisa y oportuna. Este método considera a todos los trenes para la recuperación de retardos.

Instalaciones electromecánicas

- Computadora central. Enlazada a las de tráfico, tiene la función de concentrar y memorizar los acontecimientos de la circulación de trenes en la red.



Peaje Automático.

Con el fin de controlar y dirigir el flujo de usuarios del Metro el cual es muy grande, se utilizan los torniquetes, taquillas y diapasones, que conforman el peaje automático.

Las taquillas son las casetas debidamente preparadas que expenden los boletos especiales para cruzar por los torniquetes. Estas tienen sus instalaciones eléctricas y de comunicación, y están ubicadas de manera tal, que los usuarios puedan organizar de modo correcto la compra de sus boletos.



Los elementos más importantes para el peaje automático, son los diapasones y los torniquetes. Los diapasones son elementos pasivos hechos de acero inoxidable que se instalan alineados a los torniquetes de manera tal, que no permiten el paso de los usuarios mas que a través de los torniquetes. Estos elementos se instalan fijándose directamente al piso por medio de taquetes expansivos y varillas roscadas.

Los torniquetes son los elementos más importantes, ya que ellos son los que permiten el funcionamiento automático para la entrada a los andenes. Su función más importante es la de controlar el flujo de los usuarios así como mantener un conteo de los mismos. Estos contadores, instalados en los torniquetes, permiten mantener las estadísticas de los usuarios, mismas que sirven para planificar el flujo de trenes.



Para su funcionamiento, éstos requieren de una alimentación eléctrica individual, que energiza los circuitos internos de los mismos, los cuales controlan la luz de señalización, el corte de boletos, el giro del tubular de acceso y los contadores.

Los torniquetes son elementos modulares y para su instalación se deja preparada la salida eléctrica y luego se fijan conectándose su alimentación.

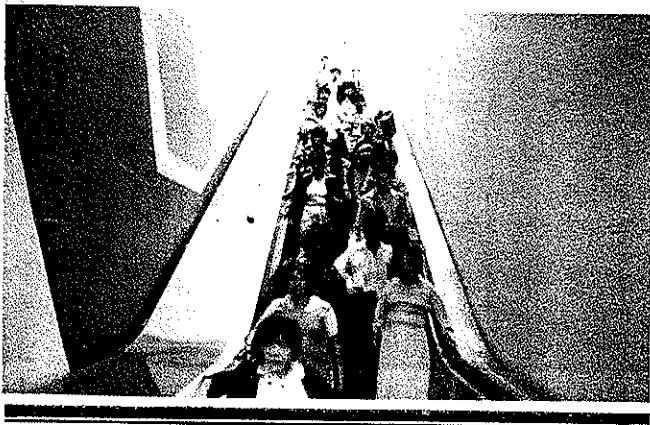
Escaleras Mecánicas.

Las escaleras automáticas también ayudan a mantener el flujo de usuarios en movimiento continuo y ordenado, brindándole además comodidad. Para su instalación se deja una toma eléctrica donde se coloca el arrancador y varias estaciones de botones para su arranque y parada.

El motor que mueve las escaleras es eléctrico y de doble dirección de giro, pudiendo así invertir el movimiento de las escaleras según la necesidad.

El principio que mueve las escaleras es el mismo de la banda sin fin, donde el motor se mantiene girando continuamente.

Tienen instaladas estaciones de arranque y parada en las terminales de las escaleras para que puedan ser operadas por cualquier persona en caso de accidentes.



SEÑALIZACION

El principio de la señalización consiste en evitar que dos trenes se aproximen entre sí, circulando en el mismo sentido, a una distancia menor a la permitida por la seguridad.

Esta distancia está dada por el espaciamiento entre dos señales en vía principal. Para detectar la presencia del tren, se utiliza la transmisión de una señal a base de impulsos eléctricos, conducida a través de los rieles aislados entre sí, formando circuitos de vía (CDV).

La separación eléctrica entre cada CDV, se logra por medio de juntas aislantes entre tramos de rieles. Los impulsos eléctricos se obtienen de un emisor colocado en un extremo de cada CDV, que son captados en el otro extremo del CDV, por un receptor que los modifica, selecciona y amplifica, para excitar un relevador de vía, el cual a su vez opera una señal de espaciamiento.

Además, por medio de cables de control, el estado de los relevadores se envía al Puesto Central de Control (PCC) donde se pueden observar simbólicamente por los operadores de turno, lo cual sirve de doble verificación.

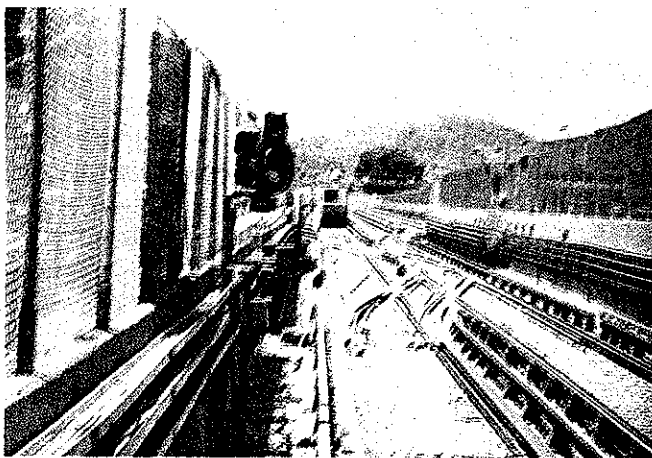
Al entrar el tren en un CDV, provoca un cortocircuito entre los rieles a través de las escobillas negativas, lo que hace disminuir la corriente captada por el receptor, ocasionando que el relevador de vía se desexcite.

La frecuencia de emisión de los impulsos, debe asegurar la energización sostenida del relevador de vía entre los impulsos, garantizando un tiempo corto de respuesta; esta frecuencia debe ser baja para limitar la energía necesaria de la emisión; se usan aproximadamente tres ciclos por segundo.

Una señal de espaciamiento está compuesta simplemente por una luz verde, otra roja acompañada de un foco piloto lateral y sus placas de identificación. Ocasionalmente, la señal está complementada con indicadores de velocidad limitada.

Si la señal de espaciamiento presenta la luz verde, el conductor está autorizado a franquearla a la velocidad máxima de circulación salvo la presencia de un indicador de velocidad limitada.

Si por el contrario, la luz es roja, el tren está obligado a detenerse para mantener la sección tapón (un CDV libre entre dos señales al rojo).



Como el tiempo de paro de los trenes en las Estaciones limita el intervalo mínimo entre trenes, la señal de entrada en algunas Estaciones está compuesta de tres luces.

La tercera luz es amarilla y le indica al conductor que la velocidad obligada de entrada a la estación, es de 15 km/H; salvo la presencia de un indicador de velocidad autorizada que permita velocidades mayores. Este es el único caso en señalización de espaciamiento, en el que no existen dos señales en rojo entre dos trenes. Sin embargo, para mantener la seguridad, la distancia que existe entre la señal roja de salida y el tren que autorizó la puesta en amarillo de la señal de entrada, es por lo menos igual a la distancia de seguridad de frenado de urgencia, que corresponde a la velocidad de circulación autorizada por el indicador.

Las Estaciones terminales cuentan con una señalización que asegura cualquier movimiento en sentido normal de circulación o en sentido contrario llamada señalización de maniobra.

La señalización de maniobra permite registrar, establecer y autorizar los itinerarios, de acuerdo a la ocupación de los circuitos de vía e incompatibilidades entre los movimientos de circulación.

Las Estaciones provistas con zonas de maniobra para el cambio de vía o para enlaces con otras líneas, también cuentan con este tipo de señalización de maniobras; tiene la finalidad de proteger los movimientos de los trenes en zonas de aparatos de vía.

Los semáforos estarán compuestos de tres luces en vía principal y dos en la zona de maniobras de la terminal, foco piloto, indicadores de velocidad autorizada y de dirección.

La luz verde y la luz amarilla significan la autorización del itinerario, teniendo el mismo significado la autorización de espaciamiento; sin embargo, la luz roja adquiere un significado adicional al estar acompañada del foco piloto. Esto es, si la luz auxiliar blanca está encendida, el alto que presenta la señal es de espaciamiento. Si el foco piloto está apagado, la señal roja está protegiendo la maniobra de otro tren (alto absoluto) o bien indica que el itinerario no está establecido.

El mando de la formación de itinerarios puede provenir de diferentes orígenes:

Un mando local permite que el propio conductor solicite la formación de ciertos itinerarios, por medio de una caja de botones instalada en el tramo.

En las terminales existe un puesto de maniobras local, que controla todos los movimientos dentro de la propia terminal y su zona de depósito.

En el puesto central de control, existe la posibilidad de efectuar este mando de una manera manual o automática (telemandos). Para llevar a cabo esta operación es necesario instalar los puestos de maniobras locales en paralelo con el del PCC para lo cual es necesario la instalación de charolas y el cableado de control que lleve todas las señales al PCC, el cual tiene prioridad en la dirección de las operaciones.

En todos los casos, una vez registrado el mando, se procede a verificar todas las condiciones de seguridad antes de permitir el establecimiento y autorización del itinerario.

Para permitir un control visual del estado de la señalización, existen diferentes puntos de observación.

En los puestos de maniobra local, existe un tablero de control óptico de la propia terminal y de su zona de depósito, donde se reproducen las condiciones de operación, señalando la posición de los aparatos de vía, circuitos de vía ocupados o libres y la indicación de cada una de las señales de maniobra.

Esta misma información se reproduce en el PCC donde se complementa con las informaciones de mando centralizado de toda la Línea.

PILOTAJE AUTOMATICO

Los equipos de pilotaje automático, son de dos tipos y están instalados en locales técnicos y a lo largo de la vía.

Equipos en local técnico.

El gabinete de pilotaje automático recibe informaciones de la señalización y del mando centralizado. Según las situaciones de la señalización, este equipo manda, ya sea los programas de franqueo de los semáforos cuya luz es verde o los programas de paro frente a los semáforos de luz roja.

En cada local técnico se encuentra, por lo menos: un gabinete para la vía 1 y un gabinete para la 2. Se cuenta con gabinetes suplementarios para el tratamiento de las zonas de maniobras. A estos gabinetes se conectan todos los cables de control que vienen de equipo fijo montado sobre la barra-ángulo y equipos des señalización para que estén operados así automáticamente por el programa de sujeción de velocidad.

Equipo a lo largo de la vía.

Un programa de sujeción de velocidad, consiste en un cable inductor, recorrido por una corriente de alta frecuencia (135 KHZ) modulado por bajas frecuencias. Dicho cable inductor es protegido por un conjunto soporte de tapete-tapete, fijado sobre la barra-ángulo de toma de corriente.

Los enlaces entre el tapete y los cables de control se realizan por pares 100 empalmados al programa del lado barra-ángulo a través de una caja conexión (B J, fijada sobre la barra-ángulo) y del lado del muro a una caja de dispersión (B B, o B Q colocada bajo andén).

B J = De espaciamiento

B B = De bucle

B Q = De andén

La energía necesaria a los programas es conducida por uno o dos cables de 20 conductores Tipo K. 13 que pasan en cortaduras en todas las cajas de dispersión. Dichos cables vienen de un gabinete de mando ubicado en el local técnico.

Instalaciones en el local técnico.

Después de la entrega del local una vez que se ha realizado la obra civil, se instalan los armarios arriba de las preparaciones para el paso de los cables, conforme el plano de instalación.

Los cableados tipo K 13 se efectúan:

- a) Con los gabinetes de señalización
- b) Con el gabinete de mando centralizado
- c) Con los gabinetes de las estaciones adyacentes.

Una alimentación de energía eléctrica, está fijada en el muro, unida a los gabinetes y al tablero P, de donde toma su energía.

Instalación a lo largo de la vía.

Dichas instalaciones son las primeras en realizarse, pues no requieren la entrega de la vía, y consisten en:

- Colocación en las charolas de los cables K.13 que conducen las informaciones al programa.
- Colocación en las charolas de los cables K.13 que permitan el intercambio de información entre los gabinetes.
- Instalación de las cajas de dispersión (B E, B B, y B Q).
- Cableado de dichos K.13 que pasan por preparaciones en estas cajas (B E, B B, y B Q)
- Cableado de los pares 100 los cuales serán empalmados posteriormente a los programas a través de las B Q.
- Preparación de las uniones entre las charolas y la barra-ángulo.

Instalación en vía.

Para instalar los equipos en vía, es indispensable la presencia de la barra-ángulo del lado derecho, según el sentido de marcha de los convoyes, en la mayoría de los casos.



La instalación empieza por la colocación de un soporte fijado con clavos en la barra-ángulo cada 0.5 m. Cada cabeza de clavo, es recubierta por un aislante; Se perfora también la barra-ángulo para la fijación de las cajas de conexión B J, el Tapete se instala en el soporte en una longitud de 50 m., empezando del punto de parada en la estación siguiente.

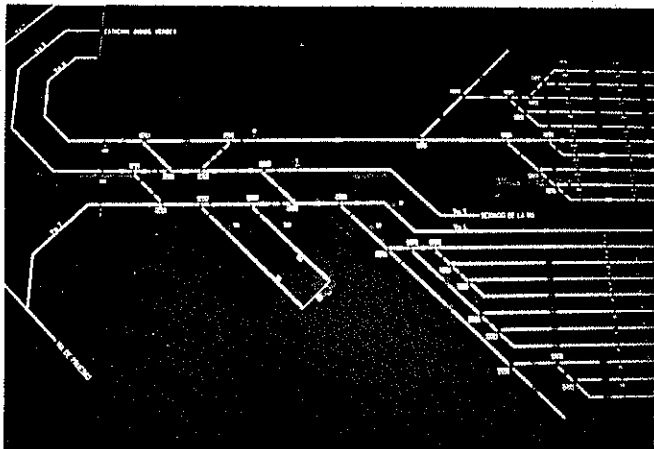
Después se conectan los alambres en las cajas de conexión (B J) los pares 100 así como los distintos tramos de tapete a 50 m. entre sí. Cuando se interrumpen las barras-ángulo, simultáneamente en ambas filas, se cambia la técnica de instalación, pues el tapete no tiene el soporte material. Se utiliza la instalación, llamada "B. 2 encovada". En dicha instalación, los alambres del programa de marcha son colocados en tablillas ubicadas sobre los durmientes, paralelas al riel de rodamiento.



MANDO CENTRALIZADO

La concentración de toda la información generada por la señalización, pilotaje automático y telecomunicaciones, se logra en un Puesto Central de Control (PCC) que se encarga de la regulación de la operación de la red del Metro .

Para centralizar el mando y control de todos los sistemas, es indispensable contar con la teletransmisión que está incorporada en el sistema de base, debiendo tener un porcentaje de disponibilidad elevado.



Los equipos de telecontrol y de telemando han sido diseñados para trabajar independientes. Cualquier intervención en uno, no tiene influencia en el otro, ya que los enlaces son autónomos entre PCC y cada una de las estaciones, sin estar sincronizados con ningún otro equipo.

Debido a que el sistema de teletransmisión no cuenta con una memoria de retención momentánea, es necesario que cada información sea tomada en cuenta en el momento que se recibe, implicando el caso de transmisiones cíclicas independientes.

Al tomar en cuenta el abundante movimiento que resulta de la codificación, se consideraron 1,389 bits/seg., para telemando y entre 1,133 bits/seg. 1,269 bits/seg., para telecontrol.

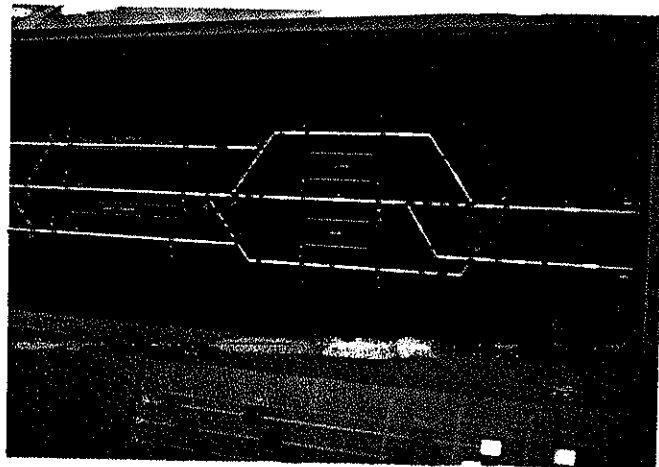
El equipo de control centralizado del tráfico no emite ninguna orden que tenga una acción directa sobre la seguridad. Por lo tanto no se requiere de la seguridad intrínseca con que cuentan los demás sistemas.

De esta manera, todas las órdenes y controles están asociados a una codificación directa, cuyo principio es una transmisión cíclica al nivel de un carácter que representa un mando o un control. Por otra parte, la seguridad se obtiene al utilizar unos bits de control a nivel de carácter y al distribuir los bits sobre el conjunto de mensaje, para que al detectar cualquier bit al nivel de los registros del equipo, no resulte en la aparición de códigos detectables.

El uso de la distribución de los bits de control en el mensaje, puede ser un medio de impedir la decodificación de las informaciones y, consecuentemente, la aparición de códigos erróneos, llevándose a cabo al nivel de cada equipo de teletransmisión, en función de los componentes del mensaje.

El equipo de control de tráfico es un conjunto autónomo modular, en el cual todas las funciones de mando y decisión, están realizadas al nivel de PCC; los equipos de los locales técnicos de Estación aseguran su reproducción, estableciéndose junto con la teletransmisión el conjunto del sistema de base.

Para controlar fácilmente la interface entre mando centralizado y señalización, en especial dentro de las zonas de maniobra, se utiliza un tablero de control óptico (TCO) por línea, donde se indica la posición de las agujas de los aparatos de vía, la ocupación de cada CDV, así como el número del tren que lo ocupa y el estado de autorización de las señales de maniobra.



En este mismo TCO se materializan los mandos y controles de los órganos operativos de tracción, así como las zonas del radioteléfono de trenes.

Una computadora de gestión de operación sintetiza las informaciones de la línea para la compilación y la creación de los programas, cuya configuración es evolutiva, adaptándose a las necesidades de tráfico de funciones estadísticas de mantenimiento.

La estructuración del sistema se articula alrededor de una red de alta velocidad, de una unidad aritmética microprogramada y de una red de enlace con la memoria.

El fin primordial de esta computadora, es mantener una regularización entre trenes, con intervalo constante cuyo valor mínimo es de 90 segundos. Basándose en el control estadístico de usuarios, se determinan las horas pico de operación y las horas valle, para establecer el lapso que debe existir entre los trenes.

Para lograr un intervalo determinado entre trenes, la operación se sirve de un indicador adicional al semáforo, así como de la aplicación de los diferentes tipos de marcha del pilotaje automático.

Para mantener el intervalo regulado entre trenes, un indicador de despacho bajo orden (DBO) autoriza la salida del tren de la Estación. El DBO encendido impide la partida del tren al no alimentar el programa de pilotaje Automático, aunque la señalización esté en estado permisivo o sea verde.

Tres segundos antes de apagarse el DBO, se emite una señal auditiva, que avisa al conductor que debe iniciar el procedimiento de partida.

Otro de los sistemas centralizados en el PCC, es el de comunicaciones. Aquí se generan todos los mensajes y música ambiental que se escuchan en una Estación, en una Línea o en toda la red.

Existe una liga telefónica con cada una de las taquillas secundarias y principales, así como con los jefes de estación. Los gabinetes de emergencia ubicados a la mitad del andén, tienen un teléfono rojo que se comunica al Centro de Comunicaciones:

Este Centro cuenta con teléfonos directos a los principales servicios de emergencia y seguridad de la ciudad.

Como se puede observar, el sistema nervioso del Metro se encuentra en el PCC, donde cada movimiento de los trenes es detectado y seguido paso a paso, en cualquier punto de la red.

La instalación de estos equipos se lleva a cabo en el edificio del PCC donde se le asigna un local a cada tipo de equipo.

Como los equipos son modulares se hacen primero las instalaciones de charolas y tubería conduit, necesarias para recibir el cableado que llegará de las líneas y para la interconexión de los equipos, así como su alimentación eléctrica.

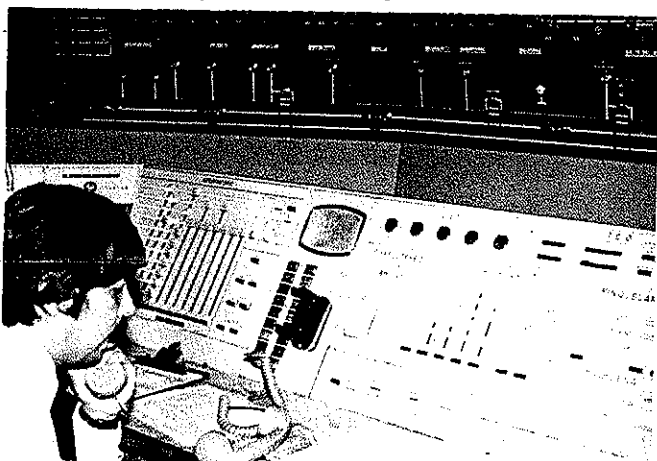
Además de lo ya señalado, se instala un equipo acondicionador de aire para mantener la temperatura y humedad relativa necesarias para el buen funcionamiento de las componentes electrónicas que conforman dichos equipos.

Estos equipos de ventilación se instalan en la azotea ^{terrace} y alimentan por medio de ductos de aire con las características necesarias a cada local, manteniendo en cada uno de ellos un control de temperatura y humedad que pueda ser controlado por el personal técnico especializado.

TELECOMUNICACIONES

Los equipos involucrados dentro de este renglón abarcan:

A. **TELEFONIA DIRECTA:** Se denomina así al conjunto de equipos y materiales que permiten establecer una red privada de comunicación punto a punto, dentro de las áreas, estaciones, talleres, etc., que conforman el Sistema de Transporte Colectivo.



B. **TELEFONIA AUTOMATICA:** Integrada actualmente por un auto conmutador AKD 791/3 y equipos asociados a éste, para la transmisión de informaciones por modulación de impulsos codificados (P C M) que se han integrado a la red de telefonía del Sistema de Transporte Colectivo, con objeto de optimizar el aprovechamiento de las líneas físicas y que permite a través de 3 pares de hilos, dar servicio actualmente a 150 abonados con 30 canales de comunicación.

C. **RADIOTELEFONO:** Sistema que permite una comunicación permanente entre los conductores y el Puesto Central de Control (PCC). Este sistema utiliza las vías de alimentación de los carros (barras guía), y por una onda portadora de 90 KHZ, modulada en frecuencia; mantiene en contacto, a través de los equipos que integran el sistema, transceptores, equipos de control, acopladores, etc., a los conductores y a los responsables de la explotación.

D. **SONIDO:** Instalación que permite difundir mensajes tanto a los usuarios del STC como al personal del mismo, dentro de las Estaciones.

E. **INTERCOMUNICACION:** Equipo que permite la intercomunicación de las taquillas localizadas en cada una de las Estaciones.

F. **RELOJES:** El equipo de relojes instalado en el centro de cada uno de los andenes, está gobernado por un reloj maestro que se localiza en el P C C y que por un control en cadena, permitirá expandir este sistema hasta completar el Plan Maestro.

Los equipos indicados en los incisos A, B y C son los únicos que se obtienen de proveedores extranjeros; el suministro como su instalación son responsabilidad total del Proveedor, mismo que se encarga de la buena operación y servicio de los aparatos. Se han realizado convocatorias nacionales para estos suministros, sin haber encontrado equipo que cumpla totalmente las especificaciones técnicas y de operación requeridas, ya que en nuestro país, estos equipos no se fabrican sino bajo pedido especial.

Los equipos indicados en D, E y F se han adquirido con los proveedores nacionales, ya que cumplen satisfactoriamente con los requerimientos impuestos.

Una vez realizado el proyecto de operación, se procede a la cuantificación de equipos requeridos, su contratación, recepción y supervisión de instalación, así como las pruebas de recepción.

Dado que todos los preparativos para las instalaciones, como alimentaciones, tuberías, pasos de cables y locales, quedan fuera del alcance de los contratos establecidos con los proveedores, el proyecto debe contemplar todos los planes necesarios para que la obra civil ejecute estos preparativos; así mismo, los proveedores deben comunicar a COVITUR, cualquier requerimiento que no se haya considerado en los proyectos correspondientes.

Con estos proyectos se procede a dejar las instalaciones de tuberías conduit, salidas eléctricas, charolas, etc., que alimentarán e interconectarán dichos equipos.

VENTILACION

La temperatura en la Ciudad de México, se ve afectada por una variedad de fenómenos físicos explicables, en términos de interacciones del aire interior de las Estaciones y túneles, con los usuarios, tramos, paredes, techos y principalmente con el exterior, con el que se intercambia tanto en forma natural como por la ventilación forzada.

A fin de obtener la mayor cantidad de información sobre la ventilación en las Líneas de operación, y con objeto de mejorar las condiciones de confort para las actuales y futuras instalaciones, se han llevado a cabo estudios tendientes a mejorar la temperatura de las Estaciones y tramos, sirviendo como base las mediciones realizadas en las Líneas en operación por el Sistema de Transporte Colectivo, interviniendo el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, empresas privadas de Ingeniería y COVITUR.

Durante la operación normal, las condiciones ambientales en las Estaciones, se representan y evalúan mediante temperaturas de bulbo húmedo relativas y velocidades del aire que ahí se presentan. Para que en días calurosos estas condiciones sean satisfactorias, se tienen como opciones la ventilación mecánica y la refrigeración (aire acondicionado). Desde el inicio del estudio la refrigeración de descartó por sus altos costos comparados con la ventilación mecánica.

El sistema de ventilación debe, además de contribuir a la expulsión de humos y sustancias tóxicas en condiciones de emergencia, en especial en el caso de un incendio en Estación o Interestación, para cumplir con este objeto se han proyectado equipos de ventilación en las nuevas Líneas del tipo axial operables en ambos sentidos, de manera que en condiciones de emergencia, toda la capacidad del Sistema de Ventilación se use para ese propósito.

La ventilación durante el horario de trabajo normal del Metro, se puede considerar en días calurosos y en horas de máxima afluencia de pasajeros, la ventilación mecánica debe expulsar el calor suficiente para que la diferencia entre el exterior y el interior no sea muy grande y producir corrientes de aire en la Estación, que mejoren la comodidad de los pasajeros.

El calor que debe expulsar mediante el sistema de ventilación forzada para cumplir la primera condición, se determina del balance térmico, el que depende de la diferencia de temperaturas mencionadas, ya que esta diferencia se ve afectada por el efecto pistón, producido por los trenes al circular y la convección natural.

Los otros elementos que contribuyen aportando mayor temperatura al aire interior son, principalmente, los trenes, y los pasajeros las instalaciones fijas, esta cantidad de calor se concentrará en las Estaciones.

Para la expulsión del calor, los medios más importantes serán el efecto pistón, la convección natural y la ventilación mecánica; éstos dependen principalmente de la geometría tanto de la Estación como del tramo.

Sin embargo, no en todos los casos se dan las condiciones para utilizar estos medios, por lo que, para mejorar la temperatura ambiental en el Metro, la única solución económicamente considerada, por el momento es la ventilación mecánica y cuando las condiciones lo permitan, la ventilación natural. Sin embargo, para el caso de estaciones bastante profundas, queda como única solución el Sistema de Ventilación Mecánica con sus diferentes alternativas de diseño, que se comenta a continuación:

Los equipos utilizados son ventiladores operados por motores eléctricos, para los que se utilizan rejillas de inyección o extracción. Se instalan de acuerdo al proyecto, y se dejan los botones de arranque y parada para la regulación de su operación.

Ventilación Mayor.

Para las líneas subterráneas tipo cajón superficial, con diferencia del lecho alto de la losa superior del túnel al nivel de rodamiento, llamado extrados de 1m a 7m para la ventilación de las estaciones, se previeron equipos mecánicos para manejar 250 m³/s de aire. En algunas estaciones, por su ubicación en plazas, no se requieren equipos mecánicos, simplemente ventilación natural, dando el área necesaria que es de 300 m² a nivel del andén, como es el caso de la Estación "Etiopía" y todas las Estaciones de la Línea 6. Para los tramos se tiene un área de 38m² de rejillas por kilómetro.

En las líneas profundas tipo túnel, con extrados de 15m a 25 m del nivel de rodamiento de vialidad, la ventilación se efectuará en dos etapas de construcción. En la primera fase, el sistema de ventilación comprende entradas de aire natural en la Estación, y extracción mecánica en las intersecciones, ubicada ésta en la parte media del tramo, entre estaciones manejando un volumen de 150m³/S.

En la segunda fase de construcción, el sistema de ventilación se complementa en la Estación, en donde se tiene un sistema de extracción mecánica en la parte central superior de la Estación, con una red de conductos.

Manejando un volumen de aire de 100 m³/s. Además un sistema con una inyección mecánica en las cabeceras de la Estación, con una red de ductos y rejillas de inyección, también sobre los andenes, con el manejo de un volumen total de aire de 150 m³/s. Las entradas de aire natural son los accesos de las estaciones.

Los equipos mecánicos se ubican en las lumbreras previstas para ello.

En el sistema de ventilación de las líneas en túnel profundo, también se preve la extracción de humos en el caso de un incendio, ya que los equipos empleados en los puestos de ventilación son axiales con arrancadores reversibles, que pueden invertir el sentido de rotación. El arranque y paro se efectúa desde una estación de control a cargo del jefe de estación, u otra estación de control cerca de los equipos.

ALIMENTACION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA

Para la ampliación del Metro en la Segunda y Tercera Etapas, se hicieron los estudios, análisis técnicos y económicos, necesarios para determinar el sistema que convenía adoptar para la alimentación eléctrica a las subestaciones de alumbrado y fuerza y a las de rectificación, de cada una de las nuevas líneas.

Se decidió que esta alimentación debía provenir directamente de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A. en el voltaje normalizado de 23 kw./

a) Subestaciones de Alumbrado y Fuerza

Una vez determinada la longitud total de cada línea y los tipos de Estaciones que la componen, se estimó la demanda de energía eléctrica de las subestaciones, para alumbrado y fuerza de Estaciones y tramos.

Asimismo, considerando la importancia de la continuidad del servicio y la seguridad de los usuarios, la alimentación eléctrica en 23 kw a las subestaciones de alumbrado y fuerza, se proyectó con dos alimentadores en cada extremo de la línea, uno llamado normal o "preferente" y el otro llamado "emergente", controlados ambos alimentadores por interruptores de transferencia automática.

En cada extremo, están conectados a dos diferentes subestaciones de potencia de la Compañía de Luz y Fuerza.

La distribución de energía a lo largo de la Línea, se proyectó con un sistema tipo anillo abierto, de tal manera, que al ocurrir una falla en un alimentador, ésta se puede aislar, alimentando todas las subestaciones desde cualquier otro extremo o bien, en el caso de la falla total del suministro de energía de la Compañía de Luz y Fuerza en tres de los cuatro alimentadores, un solo alimentador tendrá capacidad para poder cubrir las demandas de todas las subestaciones de alumbrado y fuerza de la línea.

b) Subestaciones de rectificación.

Cada una de las subestaciones de rectificación previstas para la tracción del Metro, tiene una capacidad de 4,000 kilowatts y para asegurar un servicio confiable que garantice la máxima continuidad, se tiene una doble alimentación controlada por medio de un interruptor de transferencia automática, conectado a alimentadores subterráneos exclusivos de 23 kw., que parten de subestaciones de potencia de la Compañía de Luz y Fuerza, independientes entre sí.

De esta manera en operación normal, cada alimentador surte a una sola subestación de rectificación, y a dos en caso de emergencia, cuando queda fuera de servicio un alimentador o una subestación de potencia de la Compañía de Luz y Fuerza. Por

otro lado, la selección de la capacidad y localización de las subestaciones de rectificación, permite la operación normal del Metro en el caso de falla de una subestación de cada tres.



En estas estaciones de rectificación se recibe la energía en corriente alterna y se convierte en corriente directa, a 750 V. Esta se distribuye por medio de cables de 500 MCM los cuales se colocan sobre charolas previamente instaladas, y se conectan a las barras-ángulos que pasan la alimentación eléctrica a los trenes a través de las escobillas.

Para poder hacer las conexiones a dichas barras-ángulos es necesario instalar canaletas de concreto, las cuales se empotran dentro del balasto para distribuir así la alimentación eléctrica a todas las vías.

En los nichos de tracción se colocan todos los equipos de control de dicha alimentación, interruptores, IVS, etc., los cuales se encuentran distribuidos por los túneles.

c) Red de Distribución.

El sistema de distribución de la red de 23kw., es de tres fases, tres hilos. El interruptor de transferencia automática, está constituido por tres secciones en gabinete, dos de los que se utilizan para recibir los alimentadores "preferente y emergente" y el tercero para el elemento de conexión al servicio, por medio del equipo de medición correspondiente.

Todos los componentes de la red, están diseñados para una capacidad máxima de conducción de 400 amperes en forma continua.



Por último, para alojar los interruptores de transferencia y equipos de medición, se construyeron locales especiales, de acuerdo con las normas y especificaciones de la Compañía de Luz y Fuerza.

d) Puesto de Control de Energía.

En el Edificio del Puesto Central de Control (PCC), existe un tablero que permite la operación remota de cierre y apertura de los interruptores, tanto para subestaciones de rectificación como para las cabeceras de alumbrado y fuerza, en este tablero, también se detectan y señalizan las fallas y posiciones de los interruptores de potencia de las subestaciones de rectificación y cabeceras de alumbrado y fuerza.

La distribución de la corriente de tracción para los trenes en la Línea, se efectúa a una tensión de 750 V, por las barras-guía conectadas a las subestaciones de rectificación. El retorno se lleva a cabo por los rieles y las pistas de rodamiento.

Las barras guía de una Línea, están divididas en zonas y éstas, a su vez, en secciones.

En situación normal, las secciones y por lo tanto las zonas, tienen continuidad eléctrica a lo largo de la Línea. Esta continuidad entre zonas, se logra a través de contactores de seccionamiento (CS), ubicadas en las subestaciones de rectificación, denominadas en "S" y entre las secciones, con los seccionadores de aislamiento teleoperados. (SIT)

Tanto en las zonas, como en las secciones, hay un tramo de 12 metros de longitud, al que se le denomina tramo de protección, el cual tiene como finalidad evitar el puenteo, por un tren, de una sección alimentada con una sección sin potencial.

Los tramos de protección correspondientes a las zonas, están alimentados por contactores auxiliares, uno por cada vía, llamados de protección (CIP).

Los tramos de protección correspondientes a las secciones, están alimentados a través de cuchillas auxiliares.

e) Alumbrado y Fuerza en Estaciones y Tramos.

Las instalaciones eléctricas para las Estaciones del Metro de la Ciudad de México, están reguladas por el "Reglamento de Obras e Instalaciones eléctricas" (ROIE).

En el Metro existen cuatro tipos de estaciones: Túnel, Subterráneas, Superficiales y Elevadas, que por lo general cuentan con las siguientes áreas: andenes, vestíbulos, pasarelas, accesos y locales técnicos y de servicio, formando parte de las estaciones, se consideran los tramos, correspondiendo a cada una, un tramo. Cada Estación comprende dos subestaciones eléctricas, que se localizan en locales llamados: subestación vía uno y subestación vía dos.

La alimentación a éstas, se realiza por medio de dos alimentadores trifásicos independientes entre sí, que corren a lo largo de toda la línea. Uno de ellos alimenta todas las subestaciones que se encuentran localizadas del lado de la vía uno y el otro alimenta a las que se localizan del lado de la vía dos.

Las subestaciones se componen de equipos que forman la sección de baja tensión:

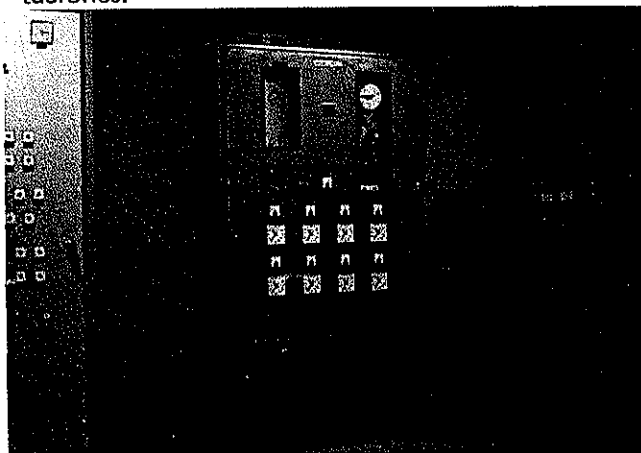
Transformador trifásico de distribución de servicio interior, conexión delta-estrella, 23 Kw. 220/127 v, 60 Hertz, aislamiento clase "A" tipo Seco y otros clase "SI" sumergidos en silicón líquido.

Tablero general preferente, con equipo de transferencia automático e interruptores derivados termomagnéticos de servicio preferencial.

Gabinetes autosoportados en piso, con tableros de alumbrado y distribución, con interruptores derivados termomagnéticos: servicio normal, preferencial y de emergencia.

Consolas autosoportadas en piso, para servicio de alumbrado de emergencia, con cargadores, rectificadores y banco de baterías.

Los tableros de alumbrado y distribución de servicio normal, están alimentados desde el tablero general de distribución de cada una de las subestaciones.



Los tableros de alumbrado y distribución de servicio preferencial, están alimentados desde el tablero general preferencial, el cual, a su vez; está alimentado por las dos subestaciones, por la subestación vía uno y en caso de falla, automáticamente entra en operación la alimentación de la subestación vía dos.

Si fallan los tableros generales de distribución de servicio normal, el tablero general preferente queda sin alimentación y se mantiene en servicio únicamente el sistema de alumbrado de emergencia, que está formado por un cargador de baterías en estado sólido, un rectificador y un banco de baterías de 127 v, de corriente continua, que alimenta los tableros de alumbrado de emergencia, alojados en los gabinetes autosoportados en el piso de cada subestación.

El rectificador alimenta la carga de alumbrado, manteniendo el banco de baterías en carga de flotación. En caso de falla de la corriente alterna, las baterías alimentarán automáticamente el alumbrado de emergencia.

Por otra parte, el sistema de distribución de fuerza, alimenta a motores de ventilación, motores de extracción de aire, bombas sumergibles para cárcamos de aguas pluviales o aguas negras, motobombas para equipos hidroneumáticos, motores para escaleras mecánicas, contactos trifásicos, contactos monofásicos y salidas especiales.

El sistema de distribución de fuerza en tramo, alimenta a bombas sumergibles para cárcamos de aguas pluviales, motores de cambio de vía y contactos trifásicos para el mantenimiento.

Los motores para servicios críticos, como las bombas para cárcamos y los motores de cambio de vía en estaciones y tramos, están alimentados desde los tableros de servicio preferencial de la estación más cercana.

Además se les alimenta con una línea de emergencia para casos de falla de energía.

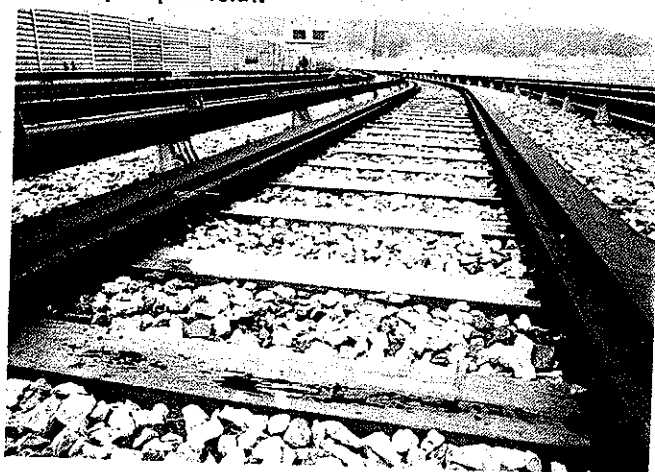
La iluminación de las estaciones está proyectada según la importancia o función de cada zona, variando desde 600 luxes en el área de torniquetes 400 en andenes y 200 ó 250 en accesos.

En los tramos, el alumbrado se consigue con luminarias fluorescentes, distribuidas a una distancia que varía entre diez y quince metros en tresbolillo y reforzando el nivel de iluminación en los nichos donde se localizan los motores de cambio de vía.

VIAS

La vía está constituida principalmente por tres elementos metálicos (riel, pista y barra guía) sirven para guiar y mantener una base lo suficientemente rígida para permitir un desplazamiento uniforme y confortable del material rodante; además, éstos se utilizan como conductores para la transmisión de la energía eléctrica que necesita el material rodante para su funcionamiento. Por medio de accesorios aislantes adecuados, se obtienen en estos perfiles, interrupciones eléctricas que permiten el establecimiento de circuitos para la señalización y tracción, y que mantienen la continuidad mecánica requerida.

La sujeción de el riel, pista y barra guía, se puede clasificar en dos grandes grupos: Instalación Subterránea y Superficial.



La primera, es prácticamente una instalación rígida, mientras que la instalación superficial debe considerar el efecto de la temperatura en los perfiles. Es decir, que el riel, la pista y la barra guía se dilatan o se contraen, provocando desplazamientos relativos con respecto a la estructura, mismos que se absorben por medio de los aparatos de dilatación o por juntas mecánicas (en el caso del riel y la pista). Dentro de este primer grupos hay dos sistemas a utilizar, el tradicional y el de fijación directa sobre concreto.

VIA SUBTERRANEA SISTEMA TRADICIONAL.

Está comprendida por los componentes principales que a continuación se describen.

Balasto.

Piedra triturada, de tamaño adecuado, que sirve para transmitir a la estructura del túnel, las cargas concentradas que recibe de los durmientes. Ofrece determinada resistencia a los desplazamientos de la vía, asegura el drenaje y la evacuación de las aguas filtradas, constituye un amortiguador de vibraciones y permite una rectificación rápida de la nivelación y el trazo. Dadas las cargas que debe soportar la vía, se ha determinado un espacio de 0.25 m. para que cumpla adecuadamente su función.

Durmientes.

Sirven para sujetar a los perfiles metálicos (riel, pista y barra guía), manteniendo una separación fija entre ellos, estos deben ser de naturaleza aislante. Existen dos tipos principales, el que sujeta al riel y a la pista por medio de tirafondos (ordinario) y el que sujeta además, por medio de un herraje metálico a la barra guía (soporte).

En vía recta o en curvas de radio mayor a 500 m. se utiliza una separación de 0.75 m. entre durmientes y una proporción de 3 durmientes ordinarios por un durmiente soporte.

En vía curva de radio menor a 500 m. se usa una separación de 0.6 m. entre durmientes y una proporción de 2 durmientes ordinarios por un soporte.

Los durmientes pueden ser de madera dura o de concreto con placas de hule, para recibir los rieles y pistas, y proporcionar el aislamiento requerido.

Rieles.

Su función es la de asegurar el retorno de corriente usada para la tracción del material rodante, la de detectar su presencia para la señalización, la de guiarlo en los casos de interrupción de la barra guía (aparatos de vía) o cuando se tienen pérdidas de presión en los neumáticos guía. Se utilizan para soportar los trenes de mantenimiento o al material rodante en caso de pérdida de presión en un neumático portador. Se utilizan rieles de 80 lb/yd ASCE (39.73 kg/m.). Excepcionalmente en los aparatos de vía, se utilizan rieles de 100 lb/yd RE (50.35 kg/m.).

La continuidad de los rieles se obtiene al unir tramos de 18 m. por medio de soldaduras por procedimiento aluminotérmico.

Pistas.

Las pistas reciben directamente las cargas que produce el material rodante, colocándose en la parte exterior de los rieles. Al igual que éstos, se usan como conductores en los circuitos de señalización y tracción.

Angulos barra guía.

Su función es la de guiar y proporcionar la energía eléctrica para el funcionamiento del tren (750 VCD). El material usado en el ángulo barra guía, es un acero de bajo contenido de Carbono y Silicio que lo hace buen conductor eléctrico. Al igual que rieles y pistas, obtiene su continuidad al unir tramos de 18.0 m. por medio de soldaduras aluminotérmicas.

Aisladores.

El ángulo barra guía es soportado por aisladores eléctricos que deben tener buenas características, tanto eléctricas como mecánicas. Estas son comprobadas selectivamente en Laboratorio, antes de su recepción, obteniéndose mínimo, una resistencia mecánica de 6 toneladas en cada uno de los tres sentidos (transversal, longitudinal y vertical) y se mantiene el aislamiento al someterlo a 10,000 VCD.

A la barra guía se le colocan tres pernos autosoldables, que son los que sujetan la barra con el aislador. El aislador posee tres barrenos redondos en la parte superior, conociéndose como aislador tipo subterráneo.

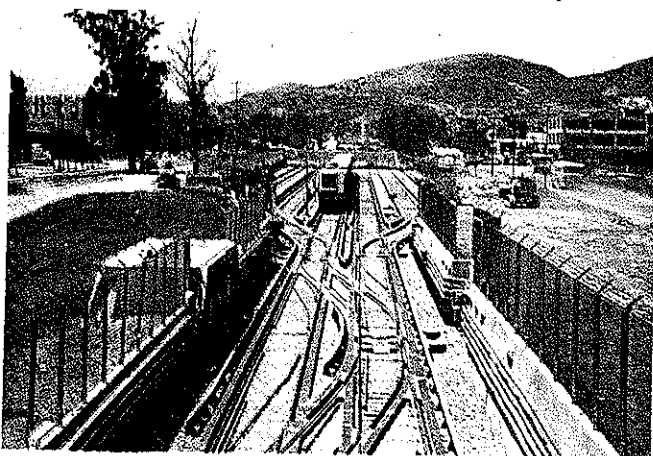
Los aisladores se sujetan a los durmientes soporte, por medio de un herraje metálico conocido como zoclo.

En vía recta o en curvas de radio mayor a 500 m., los aisladores se colocan a cada 3.0 m., y a 1.8 m., para las vías con curvas de radio menor a 500 m.

Aparatos de vía.

Estos equipos de vía, permiten el traslado del material rodante de una vía a otra. Existen de dos tipos, tg 0.13 que se utilizan en vías principales (Estaciones Terminales y Estaciones previstas para efectuar servicios provisionales) y tg. 0.20 que son más compactas, por lo que se utilizan en las zonas de maniobras de talleres o naves de depósito.

Los aparatos de vía, poseen una vía recta y una vía desviada, dependiendo de la colocación de esta última, se nombran a "derecha" o a izquierda".



Una de las características con que se distinguen las vías, es la de la distancia entre los ejes de las dos vías, que se conoce como entrevía. En el cajón se utiliza normalmente una entrevía de 2.90 m., y se usan dos andadores (en las partes exteriores del túnel de 0.6 m, mínimo cada uno.

Vía subterránea de fijación directa sobre concreto.

Prácticamente rígida como la anterior, la única diferencia reside en el tipo de fijación de los elementos mecánicos de la vía, que en vez de ser sobre balasto y durmientes ya sean de concreto o madera, es sobre un firme de concreto que hace las funciones del balasto, y calzas de fijación de los elementos sobre dicho firme, que substituyen a los durmientes.

Dicho concreto no debe tener una resistencia menor a los 300 kg/cm² y se cuela directamente en sitio mediante bombas y tuberías que permiten llevarlo hasta el lugar del colado.

Para la correcta nivelación del firme, se emplean cimbras metálicas con dispositivos niveladores que permiten que la superficie no tenga variaciones de más de 1 mm en cada 5 metros de longitud, haciendo el acabado final y forjado de andadores laterales, con reglas vibratorias y allanadoras metálicas.

La fijación de los elementos sobre el firme de concreto se lleva a cabo con plantillas milimétricas, que permiten lograr una exactitud en las perforaciones que no exceden de ± 8 mm en sentido transversal, ± 5 mm en sentido longitudinal y ± 5 mm de profundidad tanto para riel como para pista. En el caso de los aisladores las perforaciones no deben exceder de ± 3 mm en sentido transversal con respecto al eje de vía y ± 1 mm. en la profundidad.

Son introducidas varillas roscadas en las perforaciones, que sirven de liga entre el concreto y la calza, que consta de los siguientes elementos:

Almohadilla de caucho, que sirve de asiento al patín del riel sobre la calza; grapas metálicas recubiertas de caucho que se utilizan para sujetar el patín del riel a la calza; roldanas metálicas planas y elásticas así como tuercas autofrenadas que permiten un ajuste de 55 Nt-m, máximo tolerable para evitar el deterioro o ruptura de los demás elementos antes expuestos.

En el caso de la pista, el único cambio que existe es la dimensión de la calza y almohadilla, que debido a la diferencia de longitud transversal del patín con respecto a la del riel, obliga a que sus dimensiones sean mayores.

En las perforaciones para la fijación del aislador el sistema es otro, ya que debe permitirse el cambio de alguno de ellos, sin afectar la fijación definitiva de la barra guía, por lo tanto se introducen en las perforaciones anclajes con cono de plomo, en los cuales se introduce un tornillo provisional que será retirado una vez que los productos de sellamiento y relleno, de los que hablaremos posteriormente, alcancen una resistencia suficiente para removerlos y cambiarlos por tornillos cinch definitivos.

El producto de sellamiento de las varillas y tornillos para los 3 elementos metálicos, es un mortero expansivo que se introduce en el espacio que queda entre la varilla y las paredes de la perforación, que debe cumplir, una vez fraguado, con una resistencia al arrancamiento de 7 toneladas mínimo y un desplazamiento máximo de 2 mm.

Para el relleno bajo calzas se utiliza un mortero autonivelante, cuya característica principal es el poder de adherencia con el firme de concreto, que debe resistir 12 kg/cm² como mínimo.

En la actualidad, se está probando en la interestación el "Rosario-Tezozomoc", en un tramo de 1082m. lineales de vía, para detectar las ventajas sobre otros sistemas. Entre las más importantes está la de evitar el mantenimiento de la vía, referente a renivelaciones, alineaciones y limpieza, cuyo costo es sumamente elevado, ya que todo este tipo de actividades requiere desarrollarse en libranzas nocturnas. Todo el resto del sistema es igual y con las mismas características que el anterior.

Vía superficial.

Este tipo de vía, al estar sometida a la radiación de los rayos solares, se encuentra expuesta a los efectos de dilatación y contracción longitudinal.

Utiliza los mismos componentes que la vía subterránea, excepto que la continuidad de los elementos metálicos (riel, pista y barra guía) se ve interrumpida por la introducción de los siguientes dispositivos.

Aparatos de Dilatación.

Se instalan a cada 126.0 m., en vía recta o en vías curvas de radio mayor de 500.0 m., y a cada 72.0 m., en vía curva, cuyo radio esté comprendido entre los 500.0 y 300.0 m.

Juntas Mecánicas.

Se utilizan para riel y pista únicamente. La colocación normal se hace en recta o curva de cualquier radio, instalándose a cada 36m., y combinándose con la instalación de aparatos de dilatación a cada 108.0 m., en barra guía únicamente.

En este tipo de instalación, los rieles o pistas, en su movimiento longitudinal, arrastran los durmientes y el balasto entre ellos.

En la barra guía los desplazamientos por este efecto, están menos restringidos, por lo que se producen movimientos relativos entre la barra guía y los rieles y por lo tanto con los aisladores.

Para no provocar esfuerzos adicionales indeseables en los aisladores, los tres barrenos superiores para la sujeción de la barra guía, son ovalizados, permitiendo un desplazamiento relativo entre el aislador y los pernos autosoldables del orden de 50 mm.

A este tipo de aislador, se le conoce como tipo superficial.

La entrevía usada, oscila entre 3.15 y 5.0 m.

Vía elevada.

La instalación de este tipo de vía, difiere de la superficial, únicamente en los distanciamientos de la colocación de los aparatos de dilatación y en la entrevía que se usa.

En el rango de 0 a 64° C de temperatura previsto para los perfiles, se llegan a producir esfuerzos en los propios aparatos de dilatación y en los perfiles. Estos se reducen al disminuir el distanciamiento entre aparatos.

Para evitar fuerzas indeseables en la estructura elevada, se instalan los aparatos de dilatación a cada 126.0 m. en vía recta o en vías curvas de radio mayor de 1,000.0 m., y a cada 72.0 m., en vía curva cuyo radio esté comprendido entre 1,000.0 y 300.0 m.



La entrevía que normalmente se usa en este tipo de instalación, es de 3.15 m., contando con dos andadores laterales.

PROCEDIMIENTO DE INSTALACION DE VIAS PRINCIPALES SOBRE BALASTO

A. Inicio de la Instalación de la Vía: Es necesario que el túnel o viaducto se encuentre perfectamente terminado, colocadas las coladeras y registros, ajustadas las canaletas, libres de rezaga de material, selladas las filtraciones, cualquier varilla o alambre debe cortarse, verificar que no cuelgue nada de los muros o losa de techo, en fin, completamente limpio. Se debe hacer la prueba hidráulica a los drenes laterales, introduciendo agua en la parte más alta de la pendiente, de preferencia con colorante para observar que el agua corre a la perfección por los drenes hasta el cárcamo.

B. Marcaje de los puntos de referencia de Perfil y Trazo de la Vía: Los puntos de perfil servirán para determinar la primera capa de balasto y, finalmente, para el nivel definitivo de la vía, marcándose en curva específicamente cuales son los puntos de la vía 1 ó 2 y cuales pertenecen al riel interior o exterior.

Los puntos de trazo servirán para determinar el eje de la entrevía y los ejes de las vías.

C.— Balasto 1 a capa compactado: se obtiene extendiéndolo a lo largo de la losa de piso, nivelándolo y compactándolo hasta dejarlo a una altura de 0.10 m. aproximadamente de la parte baja del durmiente, o sea 0.38 m. abajo del nivel de la superficie de rodamiento, que es la medida máxima necesaria, ya sea en recta o en curva; en esta última se deja con el peralte requerido o parejo, pero es necesario tener cuidado de que se respete la media de 0.38 m. por debajo de la fila baja, a partir de la superficie de rodamiento en curvas con peralte. El compactado se realiza con el paso constante del trascabo sobre el balasto al momento de nivelarlo y extenderlo en capas de 10 cm.

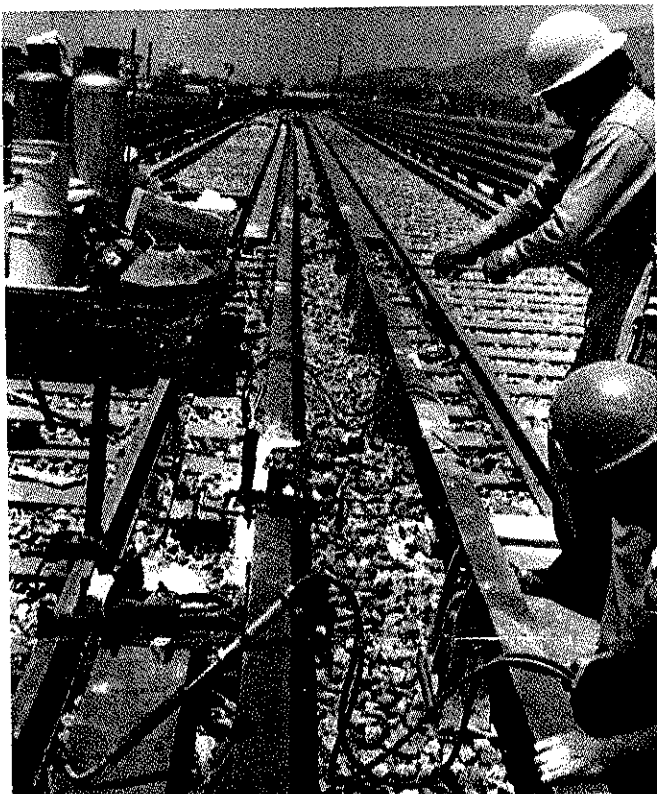
D.— Instalación de la Vía Férrea clásica: que comprende durmiente y rieles, la cual se hace de la manera siguiente:

Se tienden los durmientes sobre el balasto 1 a capa, de acuerdo al plano de distribución de durmientes, los durmientes soporte de aislador vendrán ya con el zoclo y accesorios instalados, y se verificará que ningún cuerpo extraño se haya introducido en los barrenos roscados, protegiéndolos con papel o cartón en forma de tapones. La distancia entre ejes de durmientes es según el plano, siguiendo el criterio de que exista una separación de 0.75 m. en recta y 0.60 m. en curva de radio menor de 500 m.; los ejes de durmientes soporte de aislador están a 3. m. en recta y 1.8 m. en curva (se puede tener alguna variación según lo indiquen los planos).

Los rieles de 18.0 m. de longitud, mantienen la separación de 1.435 m. en recta y 1.439 m. en curva, fijándolos a los durmientes por medio de tirafondos, los cuales se aprietan, uno tras otro en un mismo durmiente si es que son de madera, o utilizan el sistema de fijación a base de grapa y pernos en el caso de que los durmientes sean de concreto. Asimismo se da una ligera alineada a la vía, preparándola para la alineación definitiva.

Como los rieles van unidos por medio de soldadura aluminotérmica, la separación de 0.014 ó 0.016 m. entre rieles de la misma fila, es mantenida por medio de separadores adecuados, además de un emplanchuelado provisional; cualquier otro procedimiento o por llaves de apriete, para mantener la continuidad de la vía hasta realizar la soldadura, también se realizan soldaduras en otro lugar fuera del definitivo y después se acarrean los rieles hasta su posición definitiva, las soldaduras deben quedar en voladizo entre dos durmientes, sin quedar ninguna a menos de 0.10 m. del borde de un durmiente, en curva con radio menor de 300.0 m debe de curvarse previamente el riel antes de instalarse en definitiva.

E.— Soldadura y Esmerilado de Riel: Se realiza por el método aluminotérmico que es el principio del desprendimiento de calor, resultado de la fuerte reducción exotérmica de un óxido de fierro por el aluminio después se esmerilan los rebordes hasta dejarlos perfectamente pulidos en la superficie de rodamiento y en las caras laterales superiores del riel.



F.— Balasto 2A capa alineación y nivelación: se abastece la vía de balasto de tal modo que sirve para llevar la vía a su nivel definitivo, elevándola por medio de gatos mecánicos y calzándola para que quede compactado el balasto por debajo de los durmientes, cuidando de compactar principalmente los extremos de la cabeza de éstos y ligeramente la parte del centro, la vía se deja a un nivel de 0.02 m. superior al nivel definitivo, para que con el paso constante de los trenes y debido al asentamiento, ésto quedará al nivel fijado, una vez terminada la nivelación y calzado se alinea definitivamente la vía, corrigiendo las desalineaciones que pudieran existir, lo que se puede con un aparato topográfico o con un cordel por medio de flechas sucesivas en curva.

Puede necesitarse una 2ª nivelación después de algunos meses de operación.

G.— Junta aislante de riel: seccionan la vía para la señalización, con la separación de un riel de otro de la misma fila, está formada de un separador aislante con la figura del perfil del riel, dos planchuelas aislantes, dos plaquetas metálicas y seis tornillos con roldana y tuerca; siempre debe encontrarse en voladizo entre dos durmientes, distantes de 0.40 m. entre ejes. (En curva debe curvarse el riel sin importar el radio de ésta, con el fin de asegurar la regularidad de las flechas). Para la obtención de la junta, el riel debe cortarse con sierra ó disco.

H.— Aparato de dilatación de riel: En el caso de vía superficial y vía elevada, los efectos del cambio de temperatura provocan contracciones y dilataciones de materiales, por lo que es necesario utilizar aparatos de dilatación, los cuales se instalan cuando la vía se encuentra perfectamente alineada y nivelada, encontrándose anteriormente en su lugar, tramos provisionales la abertura en el aparato de dilatación es dada de acuerdo a una tabla, o a la temperatura en el momento de su instalación y a la longitud promedio de los tramos entre juntas.

I.— Instalación de la Pista Metálica: Debe colocarse sólo cuando la vía clásica se encuentra en su sitio definitivo, en curvas con radio menor o igual a 350.0 m. debe curvarse antes de enviarlos a la obra, son perfiles de 18.0 m. de longitud, las soldaduras deben quedar en voladizo manteniendo la separación de 0.018 a 0.020 m. cuidando de que ninguna quede a menos de 0.10 m. del borde de un durmiente, para posicionarlas en su sitio definitivo o en otro lugar, y después acarrearlos hasta éste, fijándolos por medio de tirafondos.

J.— Soldadura y Esmerilado de Pista Metálica: Se realiza por el método aluminotérmico y se esmerilan los rebordes en la superficie de rodamiento.

K.— Juntas aislantes de Pista Metálica: Seccionan la pista para la señalización y está formada por un separador aislante con la figura del perfil de la pista, dos planchuelas aislantes, dos plaquetas metálicas y seis tornillos con roldanas y tuercas, siempre deben encontrarse en voladizo entre dos durmientes distantes 0.40 m. entre ejes. Para la obtención de la junta, el corte debe hacerse con sierra y debe concordar con la junta aislante de riel.

L.— Aparatos de Dilatación de Pista Metálica: Se instalan sólo en vías de tipo superficial y elevado, conforme se está colocando la pista, dejando la abertura de los aparatos de dilatación; de acuerdo con una tabla, la temperatura en el momento de su instalación y a la longitud promedio de los tramos entre juntas. En todos los casos debe coincidir con los aparatos de dilatación de riel.



M.— Colocación de Aisladores: El Aislador se fija sobre el zoclo con tornillos largos y roldanas de presión, al apretarlos hay que asegurarse que el aislador se encuentre en contacto con el tope trasero del zoclo.

N.— Instalación de la Barra Guía y Perno Nelson: Se descansa ésta sobre los aisladores, para el marcado de la posición de los pernos Nelson, ya que estos son los que sirven para fijar a la barra guía sobre los aisladores, lo cual consiste en la soldadura de los pernos sobre la barra guía, por el método Nelson; cuyo principio es una soldadura por arco eléctrico, producido por acercamiento.

Al montar las barra guía sobre los aisladores para la soldadura de los pernos Nelson, se tiene que mantener la separación de 0.014 a 0.016 m., necesaria para la soldadura aluminotérmica, cuidando de mantener las soldaduras cuando mucho a 0.20.0 m. cerca de la parte más próxima del aislador, las barras colocadas en curvas de radio inferior o igual a 250.0 m., deben curvarse antes de ser instaladas; más tarde las barras se desmontan en la vía para soldar los pernos Nelson.

Se montan las barras guías sobre los aisladores, con anterioridad se mide y calcula el espesor de las calzas permanentes, para fijarlos de manera definitiva, haciendo el ajuste fino con calzas en dos partes de 0.001, 0.003 y 0.004 m. de espesor, se aprietan con tuercas autofrenadas los pernos Nelson. La medida de ajuste es uniforme en recta en ambas filas y en curva pueden ser diferentes medidas en las filas para compensar los efectos del peralte y la inercia o fuerza centrífuga.

O.— Soldadura y Esmerilado de la Barra Guía: Se sueldan en el sitio por el método aluminotérmico, y después se esmerilan las superficies de rodamiento vertical y la superficie horizontal.

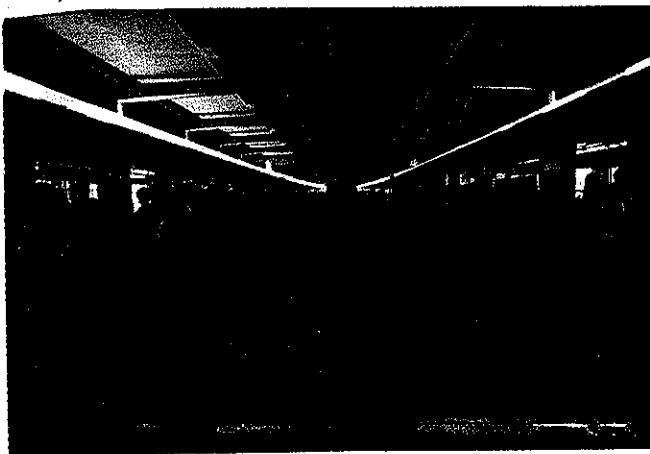
P.— Block Aislante y Aparato de Dilatación de Barra guía: el block aislante es para seccionar los circuitos de corriente de tracción, por lo que interrumpen la barra guía cada espacio determinado (según proyecto), y los A D de B G, en el caso de instalación superficial y elevado, se utilizaron para absorber la dilatación y contracción de los materiales.

Q.— Pulido y Grafitado: Se efectúa esta operación, dejando libre de óxido y puntos irregulares, la cara sobre la que ruedan los neumáticos guía y las escobillas, posteriormente se aplica una capa de grasa grafitada.

R.— Limpieza General: se recorre toda la vía retirando cualquier tipo de material que pueda provocar algún problema con el material rodante o algún corto-circuito, quedando listo para pruebas y servicio.

MATERIAL RODANTE

El material rodante sobre neumáticos que se utiliza en la red del "Metro" de la Ciudad de México, es el resultado del perfeccionamiento de un primer diseño Francés del año de 1951 y de otras versiones de los años de 1955 y 1959 realizadas en ese mismo país y de los materiales que se usaron en los carros de Montreal, en 1963.



Si se comparan los trenes del Metro de la Ciudad de México con el material con ruedas metálicas, el sistema sobre neumáticos tiene como ventajas una mayor adherencia, que permite aceleraciones más grandes durante la tracción y el frenado. En consecuencia, velocidades promedio más altas. Además la posibilidad de circular por rampas más pronunciadas y menor número de carros motores dentro de un mismo tren, con los ahorros consiguientes en la inversión inicial y en los costos de mantenimiento.

Un elemento elástico adicional, proporcionado por las ruedas neumáticas, hace que la marcha sea más silenciosa y más cómoda.

También produce una reducción de las vibraciones inducidas en los edificios vecinos a los túneles.

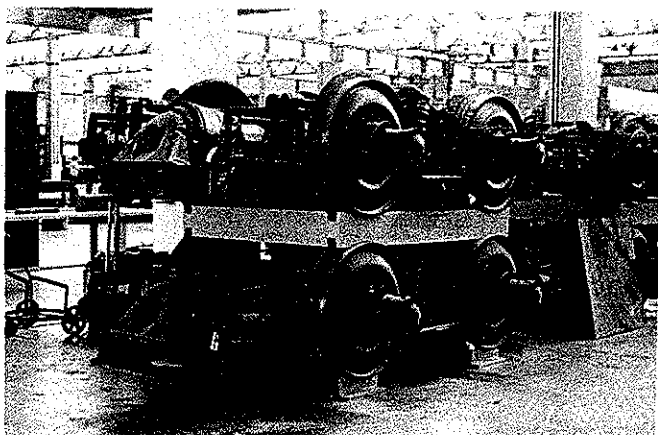
Los bogies o carretillas cuentan con tres sistemas de rodamiento:

Ruedas neumáticas que soportan el peso de los carros.

Ruedas metálicas colocadas solidariamente con los neumáticos de soporte, las cuales giran a unos centímetros por encima de los rieles metálicos y solamente cuando el neumático pierde presión por alguna causa, entran en juego apoyándose en su riel. Estas ruedas tienen una ceja para guiar al tren en su paso por los aparatos de vía.

Ruedas neumáticas horizontales, cumplen la función de guiar al tren, principalmente en las curvas, apoyándose en las barras de guiado situadas verticalmente a los lados de los rieles convencionales y de las pistas de rodamiento.

Cada carro está soportado por dos bogies; cada uno de éstos está integrado por 4 ruedas de acero, las 4 ruedas guía (horizontales) también neumáticas, y 2 motores de corriente directa de 150 caballos, contando así cada carro motriz, con 4 motores que totalizan 600 caballos.



No todos los carros de un tren son motrices, de los 9 carros que normalmente forman los convoyes, 6 de ellos, (ó 65 %) son motrices, lo que da un total de potencia por tren de 3,600 caballos. Los restantes 3 carros, cuentan con dispositivos de frenado, pero no con motores de tracción.

La composición de cada tren es la siguiente: 2 carros con motores y con cabina de mando (M); 4 carros con motores pero sin cabina de mando (N) y 3 carros sin motores ni cabina (R).

El orden de los vehículos es el siguiente:
M-R-N-N-R-N-N-R-M.

Los sistemas de frenado con zapatas actúan sobre las ruedas metálicas; el frenado eléctrico se aplica a todos los motores del tren. 24 en total.

Fabricación en México de carros para el Metro

Desde la inauguración de la primera Línea del Metro, en Septiembre de 1969, este servicio tuvo una demanda extraordinaria a tal grado que para 1971 ya se necesitaban más trenes para hacer frente a la creciente demanda de servicio.

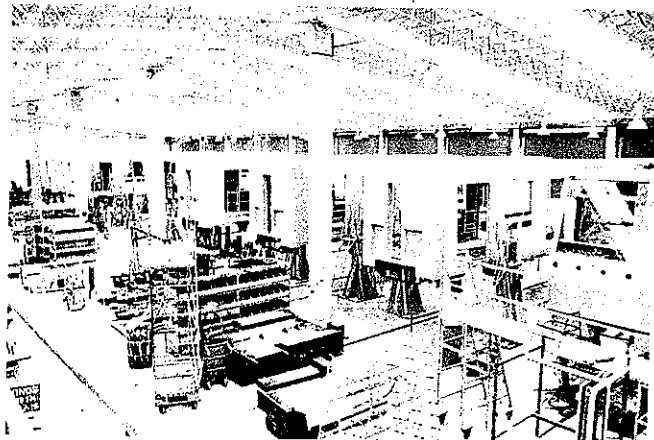
Por lo anterior se consideró la conveniencia de que los carros fueran fabricados en México, realizando todos los estudios necesarios para este fin. Los resultados dieron como consecuencia que la Constructora Nacional de Carros de Ferrocarril tomará la decisión de fabricar los trenes necesarios para el Sistema de Transporte Colectivo de la Ciudad de México. Siendo el primer lote de 345 carros, con magníficos resultados.

Para la realización de los proyectos, se utilizaron especificaciones, normas, planos y procedimientos de fabricación proporcionadas por los fabricantes franceses del primer lote.

Los documentos mencionados fueron revisados y modificados por la CNCF, con la participación del Sistema de Transporte Colectivo, para adaptarlos a las necesidades propias de una fabricación nacional.

Se adquirieron las licencias y el "Know How" de los fabricantes franceses y se envió personal de la CNCF y del STC, a capacitarse a Francia. Los primeros para adquirir conocimientos para la fabricación y los segundos para estudiar las técnicas de la supervisión, del control de calidad y de los procesos de fabricación que se utilizan en ese país.

El primer lote de 345 carros se realizó con óptimos niveles de calidad gracias a la calificación del personal de la CNCF, que permitió una rápida absorción de la tecnología involucrada en este tipo de fabricación.



El segundo lote de 527 carros que está en construcción y de los cuales ya se han entregado 279, resultó igualmente satisfactorio y con velocidades de producción extraordinarias, ya que la CNCF llegó a fabricar 7 carros por semana.

Se superaron los problemas de calidad y oportunidad de los suministros de la industria horizontal de partes y equipos, que son normales en una nueva fabricación, sobre todo por las exigencias de calidad que impone este tipo de equipo.

Se ha mexicanizado la fabricación en un 70 % aproximadamente, ya que no solo la caja, las carretillas y sus accesorios se están fabricando en México, sino también los motores de tracción, compresores y parte de los equipos de control a la tracción eléctrica.

CHOOOPER

Sistema Electrónico de Control de los Motores

a) Sistema convencional.

En los sistemas convencionales, el arranque de los motores de tracción se realiza reduciendo las resistencias que previamente se han conectado en serie con la alimentación de los motores, esta reducción se hace por medio de un servomecanismo y un árbol de levas, que al girar cambia las conexiones de los reostatos, introduciendo o quitando las resistencias mencionadas. Este árbol de levas, tanto en la parte de control como en la de tracción, consta de infinidad de contactos que abren y cierran repetidamente durante la operación y que están sujetos a desgastes mecánicos y eléctricos apreciables, haciendo necesario un mantenimiento cuidadoso y costoso.

Con este sistema se pierde parte de la energía en las resistencias, la cual, finalmente, es disipada en forma de calor, aumentando la temperatura de los trenes, de las Estaciones y de los túneles del Metro.

Además, las probabilidades de falla, son muy altas por el gran número de piezas de accionamiento mecánico utilizadas.

b) Sistema "Chopper".

En este sistema, la alimentación de los motores se realiza por medio de elementos electrónicos llamados tiristores, los cuales proveen al motor sólo de la energía necesaria para su arranque.

Esto es, no hay consumo de energía en resistencias, obteniendo ahorros apreciables por este concepto.

Por otra parte, el sistema es más fiable ya que se reduce enormemente el uso de elementos mecánicos. Minimizando así el mantenimiento.

Adicionalmente, con el uso del "Chopper", la aceleración es continua y no por pasos como en el sistema mecánico, lo que se traduce en un mayor confort para los pasajeros y en una mejor adherencia de las ruedas con la vía o pistas de rodamiento lo que hace que en el caso de material con ruedas metálicas, se puedan usar trenes con menos carros motores en relación a los carros remolcados.

Recuperación de energía durante el frenado.

En ambos sistemas, es posible convertir los motores en generadores durante el frenado y regresar esa energía a la Línea para que sea aprovechada por otros trenes.

Sin embargo, el sistema "Chopper", es más eficiente, regresando la corriente a la Línea, durante el frenado que el sistema convencional.

PRUEBAS DE LOS EQUIPOS

Una vez que se ha terminado con el montaje de las instalaciones y/o equipos que comprende un tramo o Línea de ampliación, existen dos tipos de pruebas a realizar: las pruebas que efectúa COVITUR con los contratistas y proveedores, y las que lleva a cabo el S T C, durante la marcha en vacío.

Para las pruebas que COVITUR realiza, se elabora un programa general de pruebas, en donde primeramente se verifica el gálibo del túnel, que consiste en



hacer pasar un tren por todas las vías y estaciones existentes para constatar distancias del tren con respecto a señales, andenes, instalaciones varias, etc. para corregir la ubicación de las que obstruyan el libre paso de los trenes. Una vez hecho ésto, se inician las pruebas estáticas, dinámicas y de recepción de instalaciones de Señalización, Paro Automático, Mando Centralizado, Radioteléfono, etc., entre COVITUR-Contratistas y S T C para detectar anomalías en el funcionamiento y operación de estos equipos, procediendo COVITUR a su corrección antes de la puesta en servicio de la Línea al público.

Las pruebas que realiza S T C durante la marcha en vacío, se llevan a cabo mediante un programa propio, en donde participan sus áreas de mantenimiento y operación, que consisten en verificar el funcionamiento de todas las instalaciones electromecánicas y electrónicas; complementando estas pruebas, al hacer que los trenes circulen en el nuevo tramo de ampliación, realizando paradas en las estaciones y todas las maniobras de cambio de vía para verificar itinerarios, tiempos de estacionamiento y funcionamiento de los aparatos de vía.

Las pruebas principales que S T C realiza son las siguientes:

Pruebas de tracción.

Estas consisten en alimentar con corriente directa 750 volts las nuevas vías, energizando todas las subestaciones de rectificación, simulando averías y cortes de corriente, tanto en la acometida de la Compañía de Luz 23 kw, como en los equipos de rectificación del sistema. Igualmente se comanda el cierre y apertura de todos los aparatos de tracción C S, S I T, C T, etc., para verificar su funcionamiento adecuado.

Pruebas de señalización.

En este tipo de pruebas, se verifican los comandos de itinerarios, el funcionamiento de los aparatos de vía, se hacen mediciones en los circuitos de vía, armarios, señales, etc., y se verifica la sección tapón que debe haber entre tren y tren (dos señales al alto total).

Pruebas de Pilotaje Automático.

La comprobación de estos equipos, se hace en dos etapas, las pruebas denominadas estáticas y las pruebas dinámicas. En las primeras, se hacen simulaciones de paso de un tren en los armarios de los locales técnicos; mediciones de tensión en armarios y salida de programas; verificación de interconexiones entre armarios de señalización; y pilotaje automático e instalación del tapiz. En las pruebas dinámicas con trenes, se verifican todos los programas en los 3 tipos de marchas a diferentes velocidades, se hacen pruebas de velocidad y de franqueamiento de señales, hasta obtener en cada una de las pruebas señaladas, el óptimo funcionamiento.

Pruebas de Mando Centralizado

Consisten en confirmar la lógica de tracción, la lógica de tráfico y la regulación automática de la línea. En la lógica de tracción se verifica el comando automático de todos los equipos de tracción (C S, PR's, S I T, etc.); la lógica de tráfico, es la comprobación de la posición de trenes, señales, aparatos de vía D.B.O, 's etc., en el T.C.O. comandándose itinerarios en forma automática desde este tablero; finalmente, se hacen pruebas de regulación automática con trenes que consisten en programar la salida de trenes en las terminales, por medio de una computadora.

Pruebas de Radioteléfono.

Es importante verificar el buen funcionamiento de este equipo a lo largo de toda la línea y zona de maniobras, ya que representa la comunicación de trenes con el P C C, para lo cual se hacen mediciones graficando las señales obtenidas en los armarios de locales técnicos, cajas de acoplamiento en línea, platinas del T C O, así como en los transeptores, microteléfonos y atenuadores que están a bordo del tren.

Pruebas de Telefonía Directa y Automática.

Consisten en verificar las instalaciones de los teléfonos de maniobras y señales instaladas en la línea; así como probar los equipos de llamada general, taquillas, centro de comunicaciones, instalaciones de que se auxilia el S T C para la operación adecuada de una Línea.

Pruebas de Sonido e Intercomunicación.

Se verifica el funcionamiento adecuado de los amplificadores, pre-amplificadores y selectores de equipo de sonido instalados en los locales técnicos y P C C, se hacen ajustes en el volumen y se comprueba la operación del voiceo local y del Centro de Comunicaciones, así como la intercomunicación entre taquillas y jefes de Estación.

Pruebas a los Torniquetes.

Antes de la puesta en servicio de una Línea, se hacen tres tipos de pruebas a los torniquetes:

- a) Prueba Operativa
- b) Tratamiento de Boletos sin Error
- c) Aceptación Física

a) La prueba operativa consiste en:

Hacer mediciones a las alimentaciones del equipo, así como la verificación de los circuitos secundarios que lo componen, comandos de distancia, rearme automático, botones de prueba, funcionamiento de los contadores, pruebas de aislamiento entre la tierra lógica y el neutro 127 volts.

b) Tratamiento de boletos sin error:

Esto se hace con boletos simples, multivajes, mensuales analógicos.

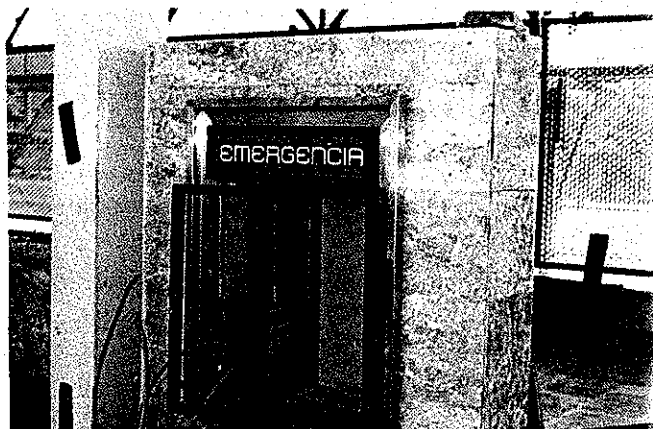
c) Finalmente, se verifica la aceptación física de los boletos ordinarios.

Adicionalmente a las pruebas que se han mencionado, simultáneamente se verifica el montaje y funcionamiento de equipos complementarios que son también necesarios para la operación de una línea de ampliación como son: equipos de bombeo, ventilación, vías, alumbrado normal y de emergencia, cables de 23kw., subestaciones de alumbrado y tableros; obteniendo en todas las comprobaciones realizadas, listados de anomalías en el montaje, funcionamiento y operación de cada uno de los equipos probados. La finalidad de todo esto, es que las corrija COVITUR antes y después de la puesta en servicio al público; siendo necesario elaborar programas de libranzas y permisos para los contratistas a fin de que lleven a cabo estos trabajos.

SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO

Al revisar los criterios relativos al sistema de protección contra incendio de las instalaciones actuales, se vió la necesidad de adaptarlas a las características de las nuevas líneas de la tercera etapa en donde se tienen túneles profundos y en los que un incendio presentaría mayores riesgos.

El sistema adoptado permite aprovechar las diferencias de nivel entre la calle y el túnel para disponer de presión suficiente de agua para uso contra incendio y se puede llamar de "punto a puntual" en virtud de que en un sólo lugar se reúnen una serie de elementos que constituyen el sistema de protección contra incendio.



Este sistema a diferencia del llamado "tradicional" no requiere de cisternas de almacenamiento, ni de red de tuberías a lo largo del túnel, ni de equipos de bombeo. El sistema "puntual" únicamente requiere de dos tuberías que llegan desde el nivel calle a "nicho o punto" en el interior del túnel, una de estas tuberías es la que se conoce como una "línea húmeda", es decir; que constantemente tiene agua a presión en su interior. Esta primera línea, de 51 mm. de diámetro tiene su fuente de abastecimiento en las redes municipales (que se han destinado para tal efecto) en la zona del trazo del Metro.

Esta "línea húmeda" ya en el túnel está conectada a una manguera que se encuentra alojada en el interior de un gabinete. La segunda tubería que llega al "nicho de incendio" es una "línea seca", cuyo extremo final en la superficie es una toma "siamesa" para bomberos.

De igual manera que en el caso anterior, esta "línea seca" de 64 mm. de diámetro, está conectada a una manguera cuyo suministro de agua a presión provendrá, básicamente, de un carro pipa para bomberos.

Esta combinación de "línea húmeda o seca" y los "gabinetes con manguera" constituye el elemento principal del nicho. No es posible el utilizar la manguera de la línea húmeda en presencia de tensión en las vías, dado que existe un bloqueo a la válvula que impide el paso del agua como medida de seguridad.

Otro elemento concurrente en el "nicho de incendio" es la lámpara de alumbrado de emergencia, de manera que en el caso de falla de la iluminación normal en el túnel se pueda localizar con facilidad el equipo de emergencia.

En el "nicho" se tienen señales de orientación que permiten al personal del sistema de transporte colectivo, bomberos o público usuario, el manejo del equipo ahí instalado, así como determinar su ubicación dentro del túnel y con respecto al exterior o sea la dirección civil. Los nichos de incendio se encuentran a 150 m. alternados a uno y otro lado del túnel.

El sistema de ventilación concebido como un todo con el sistema contra incendio, tiene la característica de que según se requiera, los ventiladores pueden funcionar tanto como extractores (en una operación normal) como inyectores, con lo que es posible evacuar el humo que resulte de un incendio, una vez que la ubicación de éste sea conocida.

Como una protección adicional se ha previsto el empleo de cables a prueba de fuego y alta temperatura para los sistemas de alumbrado de emergencia, comunicaciones y alimentación de fuerza a ventiladores, dada la importancia de dichas instalaciones en caso de un siniestro.

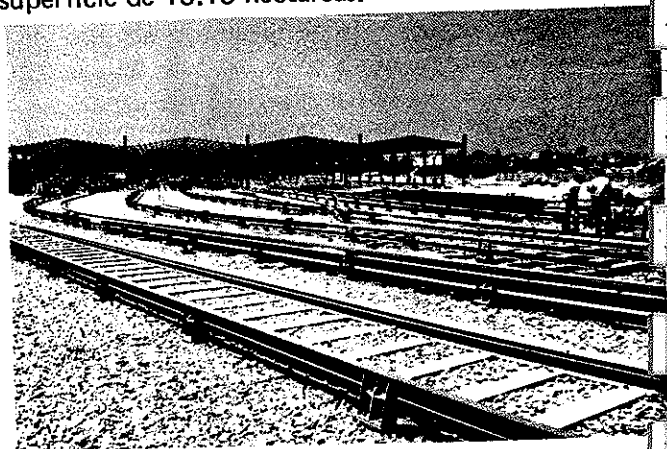
En las estaciones el sistema de protección contra incendio sigue prácticamente los mismos lineamientos que para el tramo, con la diferencia en que existen cuatro gabinetes por estación, dos al centro de cada andén y uno en cada cabecera de salida de los trenes.

TALLERES

Talleres de "Ticomán" y el "Rosario."

Para la segunda y tercera etapas de ampliación de la red del Metro fueron previstos dos nuevos talleres para dar mantenimiento tanto a los carros como a todos los equipos e instalaciones fijas especializadas.

El primero de ellos, el Taller de "Ticomán", que fue previsto para las líneas 3 y 4, está ubicado al Norte de la Ciudad, en el extremo de la Línea 3 y cuenta con una superficie de 18.74 hectáreas. El segundo, el Taller de "El Rosario", fue previsto para las líneas 5, 6 y 7 está ubicado en el norte poniente de la Ciudad, en el extremo de la Línea 6, con una superficie de 16.16 hectáreas.



Los carros del Metro, están sujetos a un riguroso programa de mantenimiento, el cual indica que al cumplir un recorrido de 6,000 a 8,000 km., los carros tienen que ser sometidos a una revisión general o mantenimiento menor, desmontando en su totalidad los sistemas y partes de trabajo mecánico o eléctrico, para ser reconstruidos o cambiados, y nuevamente armados.

Cada uno de estos talleres, cuenta con el espacio y las instalaciones necesarias para dar mantenimiento al total de carros y equipos.

Los talleres "Ticomán", constan principalmente de las siguientes instalaciones.

a) Nave de Depósito de Trenes.

Tiene una capacidad de almacenamiento para 30 trenes y está destinada en su exclusividad para su resguardo durante las horas en las que se suspende el servicio al público.

b) Nave para Taller de Vía y Vehículos Auxiliares.

En esta nave, se tiene reservada un área de 3,600 m², para el almacenamiento de las partes de vía, en donde bajo un programa establecido se da mantenimiento a todas las vías en general y en especial a los cambios de vía instalados, tanto en las Líneas como en el propio taller.

Como complemento a este taller de vía, en "Ticomán" se cuenta con un edificio que aloja equipos especializados para el maquinado de los durmientes de madera, necesarios en la vía.

c) Taller de Servicio Menor.

En esta nave existen doce fosas para la revisión de los carros que son sometidos al programa de los 8,000 kilómetros, y a revisiones eventuales por fallas imprevistas.

Adicionalmente a estas doce fosas, esta nave cuenta con una vía y fosa, en la que fue instalada una máquina lavadora automática para los carros, con una capacidad de lavado de 6 a 8 trenes por turno. Se cuenta también con un túnel para sopleteado de los carros, que opera como cámara de succión de los sólidos que se desprenden al sopletear los carros con aire comprimido.

La succión de los sólidos en suspensión, se realiza a base de un sistema central de colección de polvos con capacidad de 33.21 m³/S (19,536 PCM), instalado en un extremo del túnel y una red de ductos colectores con campanas de succión, colocadas estratégicamente a lo largo de la fosa y a ambos costados.

El sistema está diseñado para una velocidad de captura de 4.5 m/s (900 ft/min.), considerando que sólo cuatro de las campanas estén abiertas o en operación.

Para seguridad de los trabajadores, en esta nave de alimentación a los motores de los carros, que normalmente se hace por contacto de las escobillas del tren con la barra de guiado, en las vías, se logra a través de "troles" colocados en la parte superior de cada vía, fijados en la propia estructura de la nave.

d) Nave de Gran Revisión.

En esta nave, los carros son sometidos a la revisión programada de los 330,000 km. para carros motrices y 400,000 km, para los carros remolques y en ella se cuenta con todo el equipo especial necesario para su revisión, como un puente transbordador de carros, baterías de gatos para desacoplar las carretillas del bastidor de los carros, 21 grúas viajeras con capacidades hasta de 7.5 toneladas, grúas radiales de capacidades varias y máquinas herramientas para la reparación y fabricación de partes.

e) Vía de Pruebas.

Se cuenta con esta vía, para que una vez reparados los carros, sean sometidos a pruebas e inspección de buen funcionamiento, antes de salir a las líneas, para dar servicio al público. Esta vía tiene una longitud de 548 m., en la que los carros pueden desarrollar velocidades iguales a las permitidas en la operación y simular paros y arranques.

f) Taller Eléctrico.

Este es un edificio que aloja en su interior, una plataforma para pruebas de las subestaciones de rectificación empleadas a lo largo de las líneas, en la que son sometidos a observación todos los equipos, como rectificadores, contactores, transformadores de potencia y ventiladores. Las instalaciones en esta plataforma, fueron previstas para probar los equipos en condiciones de sobrecarga hasta 6,000 kw. y una corriente máxima de 8,000 amp.

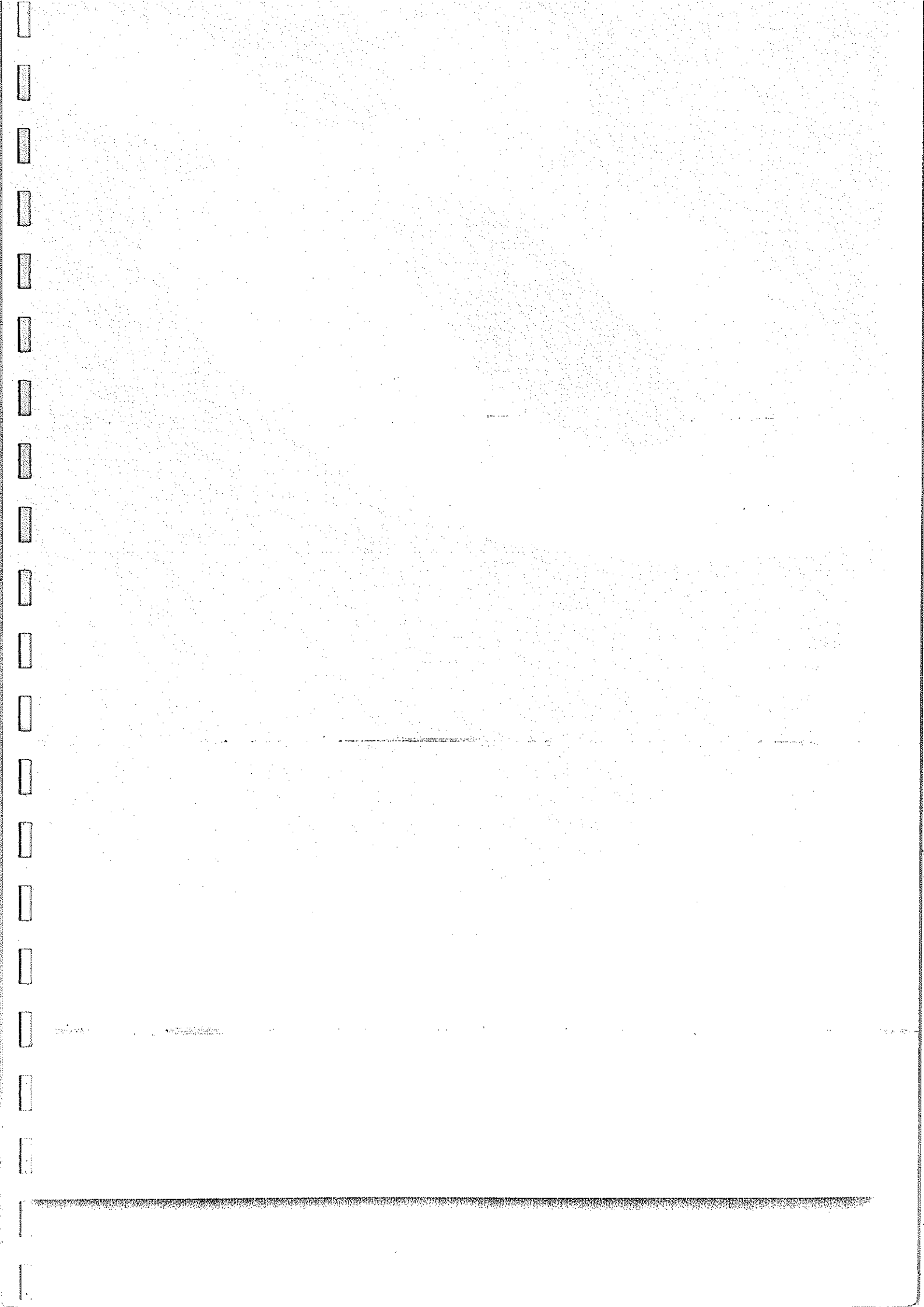
En este mismo edificio, se alojan áreas destinadas a la revisión y reparación de motores eléctricos, taller de telecomunicaciones, taller de electrónica en general y taller de bombas para agua.

Para tener acceso a todos estos servicios, en el taller existe un importante peine de vías, cuyos cambios son telemandado a base de itinerarios desde un puesto de maniobras (PM), en donde desde un tablero de control óptico (TCO) es posible formar o destruir itinerarios para la circulación de uno o más trenes a la vez, en el peine.

Para la alimentación de energía de tracción a los peines y vías en dos casetas de tracción, se alojan todos los seccionadores y contactores varios que alimentarán a cada una de las vías, en 750 v, los que a su vez son alimentados desde una subestación de rectificación de 4,000 kw., de capacidad.

Los talleres "El Rosario", operan en una forma muy similar a la de los talleres de "Ticomán", pero no cuentan con la nave de gran revisión, taller eléctrico, ni edificio de maquinado de durmientes, ya que estos tres conceptos para el caso de las líneas 5, 6 y 7, están cubiertos con la capacidad instalada en "Ticomán".

"El Rosario" cuenta con 9 fosas en la nave de pequeña revisión, además de las vías de lavado y sopleteado. La nave de depósito tiene una capacidad de almacenamiento de 40 trenes.



**Obras viales,
regeneración urbana
y obras complementarias**

B.1 OBRAS VIALES

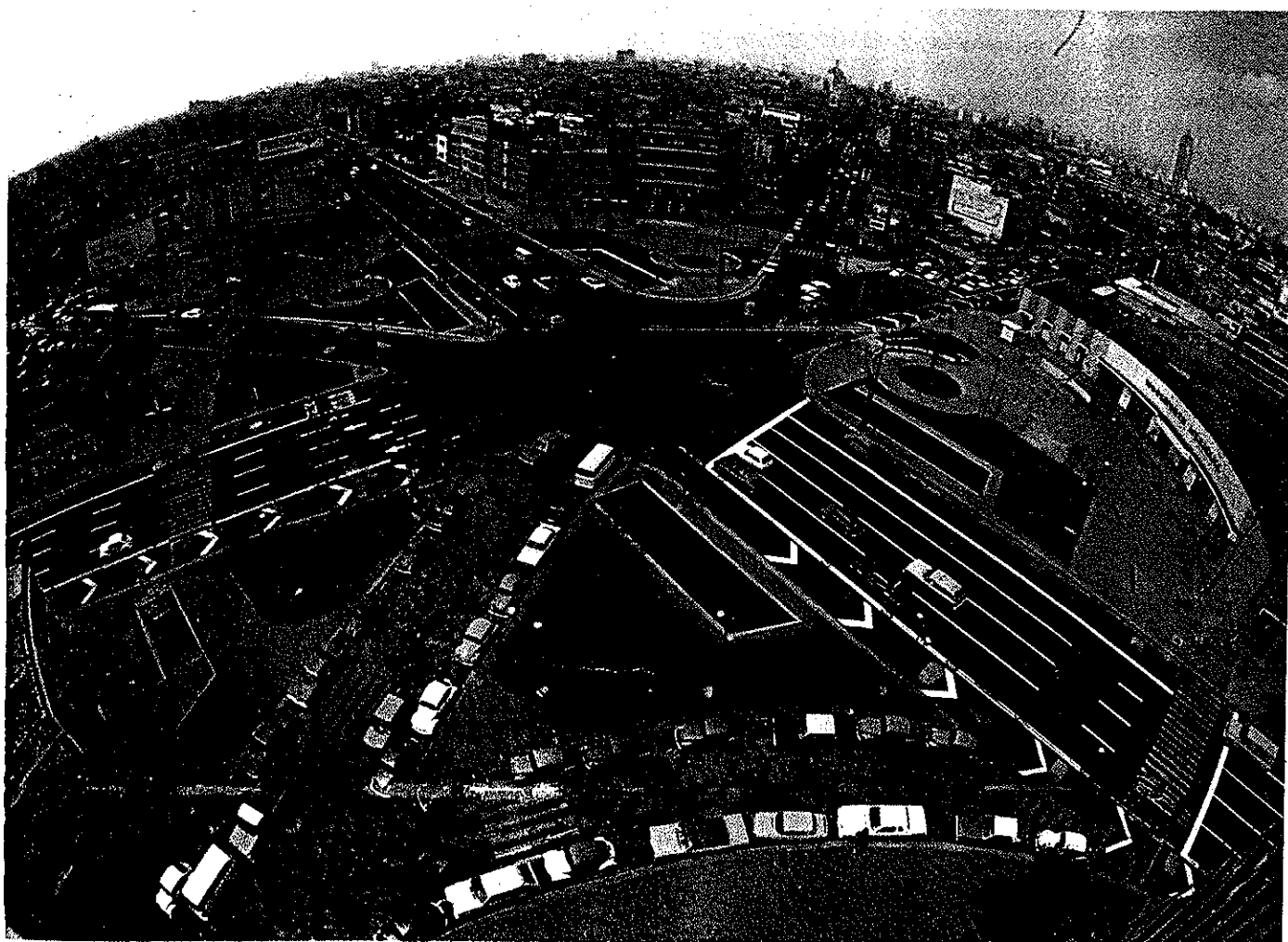
B.2 REGENERACIÓN URBANA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS

OBRAS VIALES

El Plan Rector de Vialidad y Transporte del Distrito Federal tiene como premisa fundamental "Desalentar el uso del Transporte Individual, estimulando el

uso del Transporte Colectivo". Para ello, en lo referente a la Vialidad contempla su estructuración mediante arterias regulares y continuas que formen tanto la vialidad primaria como la secundaria.

El Metro por ser el sistema que ofrece las condiciones más favorables en cuanto al número de pasajeros transportados, seguridad, rapidez, y confort, se considera la columna vertebral para la transportación colectiva, y los demás sistemas deben complementar su acción.



Obras viales, regeneración urbana y obras complementarias

La construcción de los 37 km. de Metro en la presente Administración, ha inducido la construcción de vialidades importantes tanto longitudinales y transversales a las Líneas, así como la solución de obras puntuales. Esta adecuación conjunta Metro-Vialidad, tiene diferentes características que se pueden dividir en:

- Vialidades Tipo Eje Vial
- Vialidades Tipo Circuito Interior
- Vialidades Tipo Avenidas
- Entronques Secundarios

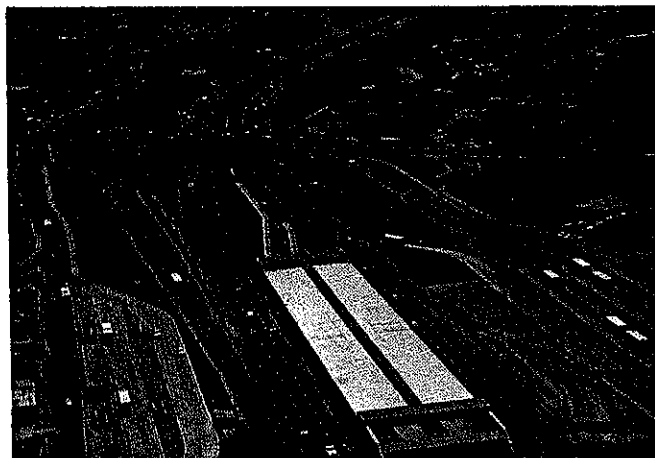
Vialidades Línea 3, Ampliación Norte.

La ampliación de la Línea 3 del Metro al Norte que comprende desde la Estación "La Raza" hasta la Estación "Indios Verdes," provocó una gran transformación en la Av. Insurgentes Norte ya que antiguamente era una avenida que tenía carriles de circulación en los 2 sentidos, separados por un camellón central en el que había palmeras. En la actualidad es una moderna vía rápida de cuatro carriles en su parte central, en cada dirección, y dos carriles laterales en cada sentido de circulación. La separación entre los carriles de alta y baja velocidad, se logró mediante un camellón en el que se colocaron pasto y flores que constituyen hermosas áreas verdes, que embellecen esta moderna vía de circulación.

Construido el Metro en vía superficial, ofrece una barrera natural al cruce transversal, teniéndose que resolver este tipo de cruce a base de pasos superiores en las Avenidas Poniente 112, Fortuna, Montevideo y Ticomán. En cada uno de ellos, tanto el Metro como los arroyos centrales de la Av. Insurgentes, se deprimen y a los cruzamientos transversales se da una ligera elevación respecto a la rasante natural de modo que se lograron con excavaciones, de poca profundidad.

El procedimiento de construcción consistió en excavar la zona más deprimida de 8.50 m. de profundidad, desvaneciéndola hacia la superficie, con rampas de acceso y salida. Estas excavaciones, todas a cielo abierto, se caracterizaron desde el punto de vista de mecánica de suelos, por una estricta especificación de taludes y rápida substitución de piso excavado, sobrecompensado con lastres de concreto (plantillas). La presencia de tuberías de drenaje y agua potable de grandes diámetros, representó el principal obstáculo para la realización de estas obras. El terreno en sí, por estar fuera de la zona del Lago, no significó mayor problema. Los puentes o pasos superiores fueron resueltos con losas coladas en sitio y concretos tipo "B". Con una resistencia a la compresión ($F'c$) de 350 Kg/cm².

Integrada a la Estación "Indios Verdes" de la Línea 3 Norte, se encuentra una obra vial digna de especial mención. Su función es, recibir y distribuir a los pasajeros que vienen o salen de la Ciudad de México, y se originan en suburbios situados al Nororiente, como: Ciudad Azteca, Ecatepec y Los Reyes, entre otros, que como única vía de penetración o salida cuentan con la carretera México-Pachuca, la cual nace precisamente en la terminal "Indios Verdes" y se liga al sistema vial con dos puentes que cruzan la Av. Acueducto y cuyo desarrollo es de 770 m. cada uno.

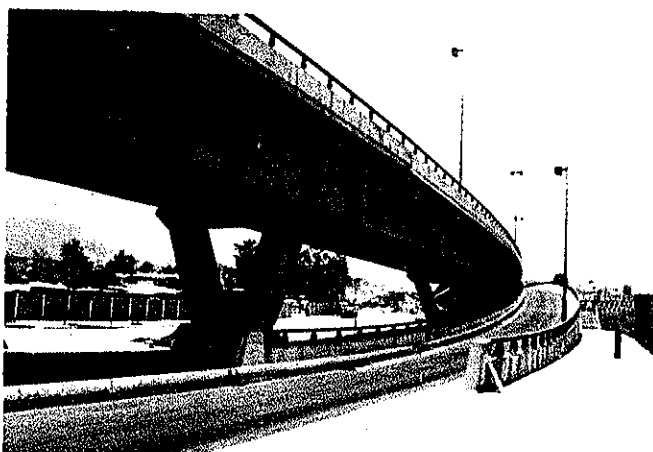


Se construyeron, como parte integral de la terminal "Indios Verdes", un paradero para autobuses foráneos, con capacidad para 100 unidades aproximadamente, estacionados simultáneamente y una gaza que permite el retorno a los autobuses suburbanos a sus lugares de origen, impidiendo la penetración de estos autobuses a la ciudad y, consecuentemente, evitando una mayor saturación del tránsito capitalino.

Este paradero y la gaza, con 675 m de longitud en conjunto, es la primera zona de transferencia en su género que hace efectiva la aplicación del Plan Maestro; al complementar los medios de transporte colectivo: autobuses urbanos, suburbanos y Metro, que evitan terminales dispersas, con todos los problemas que ello ocasiona, en múltiples zonas de la Ciudad.

El puente elevado que constituye la gaza de retorno para autobuses es de concreto postensado en los claros mayores, y de concreto normal en claros menores.

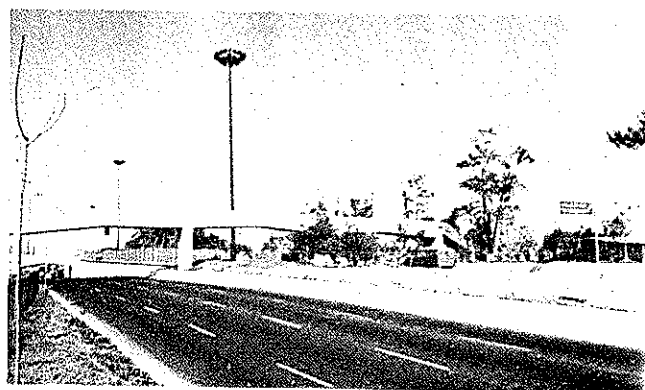
Los puentes Oriente y Poniente que fueron construidos para cruzar Av. Acueducto son colados en el lugar con concreto normal. Tienen una longitud de 710 m. y constan de 3 carriles cada uno. Los dos años de funcionamiento de esta importante vía, comprueban el éxito del proyecto, al permitir el flujo de 2,200 vehículos por hora al entrar y 2,000 vehículos por hora al salir confirmando ser una de las entradas de carretera más importante del Norte del Distrito Federal.



MODIFICACION DE LA VIALIDAD EN LA AV. INSURGENTES TRAMO: SAN COSME - LA RAZA

La vialidad de la Av. Insurgentes Norte, mejoró fundamentalmente al ejecutarse la Modificación de la Glorieta La Raza y la Vialidad coincidente con la Línea 3, a partir de la misma Glorieta La Raza. Al sur de esta Glorieta y hasta Puente de Alvarado con el fin de lograr la misma fluidez de la circulación, se rectificó el alineamiento de la Av. Insurgentes y se construyó un doble deflector central evitándose así que los vehículos cruzaran esa faja. Este deflector es de características tales, que disminuyen las consecuencias de un impacto.

Como complemento, se dejaron cinco pasos peatonales a nivel y dos elevados. Paralelamente se efectuaron trabajos para mejorar el paisaje urbano, mediante la colocación de jardinería central entre deflectores y las banquetas.

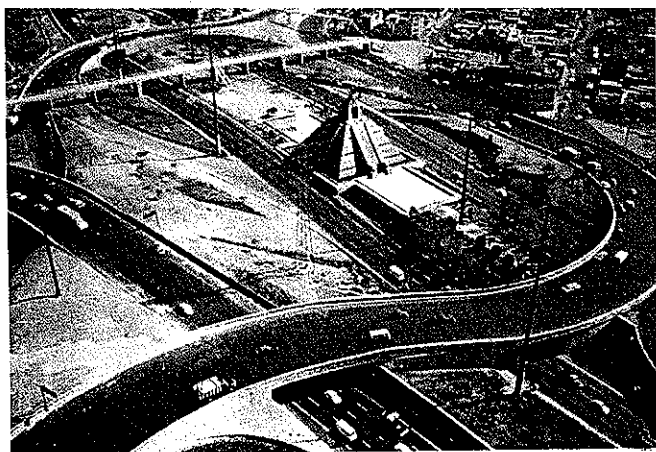


Los principales conceptos de obra ejecutada fueron los siguientes:

1,200 m ³ de Excavaciones;	3,400 m ³ de Demoliciones
900 m ³ de Rellenos;	8,590 m ² de Banquetas;
3,326 m de Guarniciones;	3,318 m de Deflectores
5,839 m ³ de Pavimentos; y	5,700 m ² de Areas Verdes.

OBRAS DE MODIFICACION VIAL EN LA GLORIETA LA RAZA

Para contrarrestar las condiciones de saturación del tránsito en la Glorieta La Raza, se llevó a cabo una serie de modificaciones geométricas en la vialidad. Para ampliar la capacidad en la intersección del Circuito Interior con Río Consulado y del Eje Vial 2 Poniente con la Av. Insurgentes, se construyeron obras tales como el Paso a Densivel Vallejo a Jacarandas, la Ampliación del Paso a Densivel existente de Río Consulado a Circuito Interior y el Paso a Densivel Eje 1 Poniente en cruce con la Av. Insurgentes. Para permitir el cruce de los peatones sobre el conjunto vial se erigieron o ampliaron cinco pasos peatonales que suman una longitud total de: 270 m.



Los conceptos más importantes de la obra fueron los siguientes:

113,000 m3 de Excavaciones;	11,000 m3 de Demoliciones;
71,000 m3 de Rellenos;	80,000 m2 de Carpetas;
21,000 m3 de Concretos;	10,500 m de Guarnición;
950 Tons. de Acero;	8,400 m2 de Adocreto;
76,500 m2 de Areas Verdes; y	10 Superpostes.

Vialidades Línea 3, Ampliación Sur

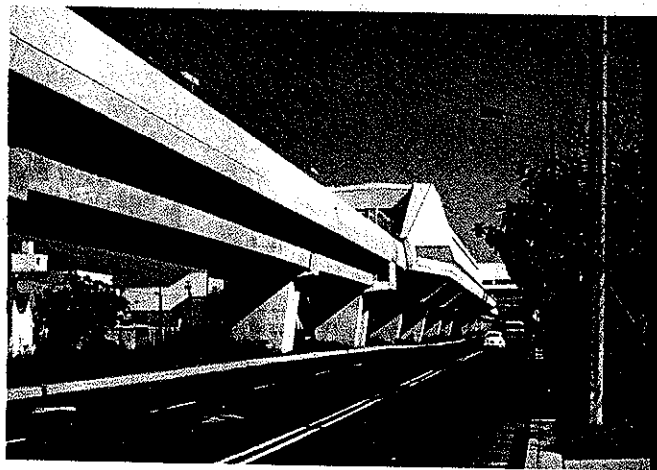
La ampliación de la Línea 3 del Metro hacia el Sur de la ciudad, fue construida por medio de la solución subterránea en "Cajón". Por tal motivo, y debido a que su trazo va a lo largo de avenidas de importancia vial como son Cuauhtémoc y Universidad, se realizó una adecuación de la vialidad coincidente con la Línea del Metro. Esta obra se llevó a cabo tomando en cuenta las especificaciones de construcción y Urbanismo que caracterizan a estas importantes vialidades.

Fue necesario diseñar y construir complicados entrosques viales, en los que se interceptan avenidas cuyos flujos de automóviles exigieron soluciones acordes; tales son los casos del cruce del Eje Vial 1 Poniente (Av. Cuauhtémoc) con el Eje Vial 4 Sur (Av. Xola), así como la antigua Glorieta División del Norte, lugares en los que se registran importantes volúmenes de vehículos que transitan por las avenidas: Universidad, Cuauhtémoc y División del Norte. Dichas obras requirieron un especial estudio en el diseño de Pavimentos dada la presencia del "Cajón" del Metro.

Se tiene terminado en su totalidad el proyecto, de la solución vial que se construirá periféricamente a la Estación "Universidad" y que dará servicio a las instalaciones de la Ciudad Universitaria. Se han integrado a los circuitos viales actuales los planeados por parte de las autoridades de esa institución y por el Departamento del Distrito Federal. En este sitio se localizará un paradero de autobuses que distribuirá a los pasajeros que entran o salen del Sur de la ciudad y se originan en las colonias Ajusco, Contreras, Xochimilco, Tlalpan, etc. Una vez construido este paradero (e integrado a la estación), se evitará que penetren a la ciudad un gran número de autobuses y coadyuvará a aliviar los conflictos del tránsito capitalino.

Vialidades Línea 4

El Metro elevado, orientado de Norte a Sur, del que se han descrito ampliamente sus características en el capítulo correspondiente, ofrece en toda su longitud un cruce a desnivel natural, con las calles y avenidas transversales, como son: los ejes viales del Norte de la ciudad: San Juan de Aragón, Robles Domínguez, Canal del Norte y Av. del Trabajo; los ejes del Sur: Fray Servando, Av. del Taller y Av. Morelos y avenidas tan importantes como: Ferrocarril Hidalgo, Talismán y Río Consulado.



Longitudinalmente, la vialidad carecía de continuidad y su recorrido era tortuoso y desagradable antes de la construcción del Metro; sobre las calles Inguarán y Morazán existían amplios camellones, sin ninguna utilidad práctica, ahora alojan, armonizando con el resto del proyecto, las columnas que soportan el Metro Elevado.

La remodelación vial en casi 11 km. consiste en la construcción de dos arroyos de tres carriles cada uno para operar en un solo sentido, de Norte a Sur.

Los carriles adyacentes a las banquetas son exclusivos del transporte público y el correspondiente al arroyo Poniente funciona en sentido contrario al de la circulación normal.



Destaca por su importancia como obra vial, el cruce inferior en Inguarán y Consulado, que consta de dos pasos a desnivel contruados con el sistema de muros milán, en excavaciones profundas en zonas del lago con arcillas de alto contenido de agua, y construir la estructura a base de celdas transversales, cortando de esta manera los claros longitudinales de excavación y disminuyendo los riesgos de fallas de fondo o de taludes.

Este cruce da fluidez, tanto al Eje Vial Inguarán como a la Prolongación del Circuito Interior sobre la Av. Río Consulado, que ahora queda conectada en La Raza y en Boulevard Aeropuerto completando los arcos Norte y Oriente del Circuito Interior.

OBRAS PARA LA VIALIDAD DEL PALACIO LEGISLATIVO (PUENTE HEROE DE NACOZARI)

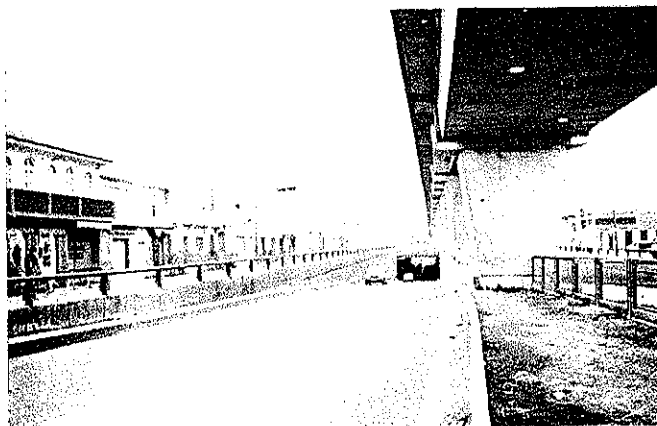
Por considerar que la ubicación del nuevo Palacio Legislativo, en la zona de San Lázaro, generaba serios problemas de congestionamiento para la circulación vehicular, surgió la necesidad de reordenar la circulación con nuevas avenidas, para lo cual se ejecutó la Vialidad Iztaccihuatl - Héroe de Nacozari, que conecta la Av. Ignacio Zaragoza con la Vía Tapo, con Av. Ing. Eduardo Molina, con Inguarán y con el Centro de la Ciudad. Para esto se aprovechó, mejorándola, la Av. Iztaccihuatl. Se construyó un Puente en curva de estructura metálica, en el cruce con el Gran Canal, de 31 m de claro y 25 m de anchura mínima y se amplió el tramo de Héroe de Nacozari entre el Gran Canal y Av. Ing. Eduardo Molina a seis carriles de circulación.

Los principales conceptos de obra son:

13,000 m ³ de Demoliciones;	26,000 m ³ de Excavaciones;
23,000 m ³ de Rellenos;	39,300 m ² de Carpeta Asfáltica;
Se trasplantaron 250 árboles;	1,000 m ³ de Concreto;
356 Tons. de Estructura Metálica;	10,000 m ² de Areas Verdes

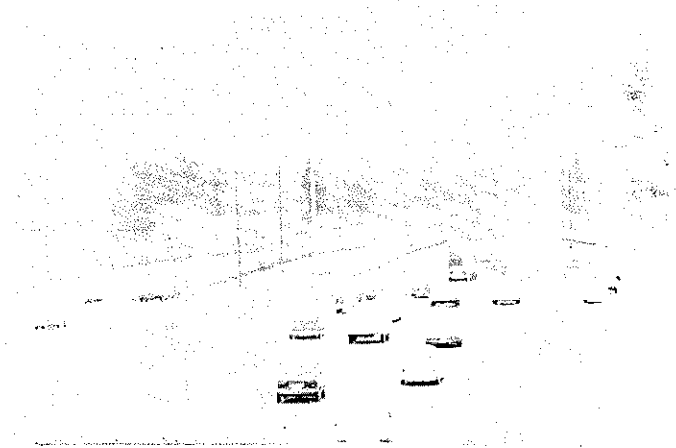
Vialidades Línea 5

La Línea 5, localizada en la zona Norte de la ciudad y con un trazo de Oriente a Poniente, con un desarrollo longitudinal de 15.5 km.; generó la construcción de obras viales de gran importancia dentro del sistema vial general que ligan la zona de Pantitlán, muy cerca de Ciudad Nezahualcóyotl, con el Instituto Politécnico Nacional.



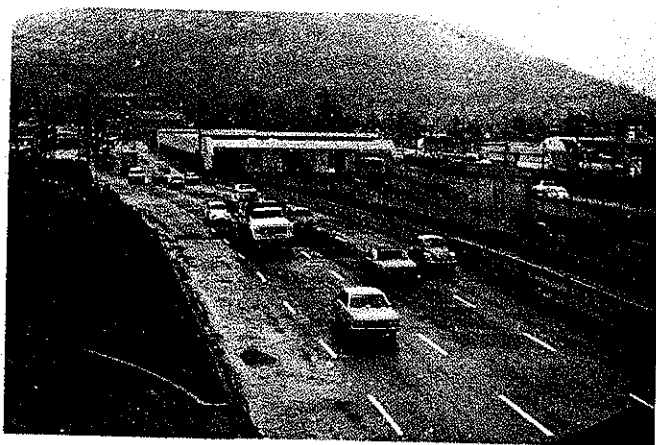
Una vez más la solución combinada Metro-Vialidades, fue cuidadosamente proyectada y resueltos los problemas del tránsito de áreas conflictivas a todo lo largo de la Línea

Es relevante ya que se desarrolla aproximadamente en un 60 % de la longitud de la Línea la solución vial que completa el Circuito Interior desde el Boulevard Aeropuerto en el Oriente, hasta la Av. Insurgentes Norte en el Poniente; a ambos lados de esta sección de cierre del Circuito Interior y a lo largo de la misma, se alojan obras importantes, que se describen a continuación:



El cruce de la Av. Miguel Lebrija, prolongación de la Av. Hangares con la Av. Río Churubusco, incluye la construcción de paraderos para autobuses y da versatilidad al cruce con el ofrecimiento de varias opciones de dirección de tránsito.

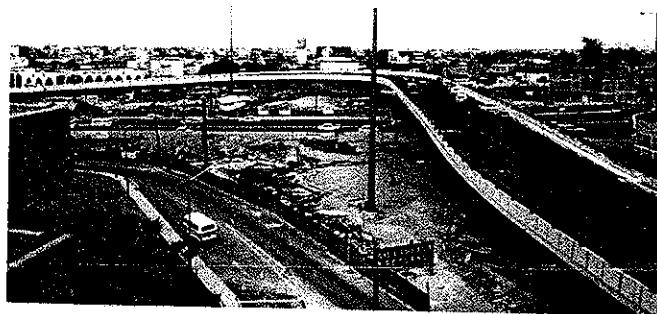
La Av. Hangares, continuación del Eje Vial 1 Norte, aloja el paso a desnivel sobre la Av. Boulevard Aeropuerto, que con tres gazas de las opciones necesarias para resolver las vueltas izquierdas hacia el Norte o al Sur, con lo que se subsana el acceso y salida del Aeropuerto Internacional.



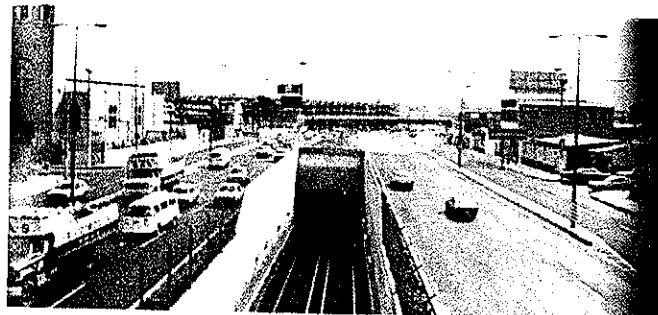
El acceso de Sur a Norte proveniente del Circuito Interior, cruza a nivel, con una incorporación directa al Aeropuerto. En la dirección contraria, es decir de Norte a Sur, para dar acceso al Aeropuerto, el proyecto contempla una rampa que desemboca en el costado Sur del edificio del estacionamiento público del propio Aeropuerto. Este puente se construirá en un futuro próximo.



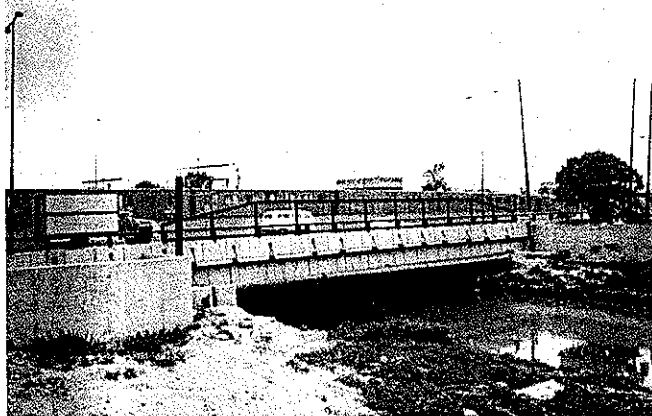
Para dar facilidad a la salida de los usuarios del Aeropuerto hacia el Sur, se construyó un puente, que consiste en una rampa de salida, que desemboca en el Circuito Interior por la lateral de este puente, la salida del Aeropuerto hacia el Norte del Circuito Interior, se solucionó a nivel, en forma directa. Es importante destacar que, según estimaciones realizadas de los pasajeros y el público que acuden al Aeropuerto de la Ciudad de México, el 85 % provienen del Sur de la ciudad, y tan sólo el 15 % del Norte, esta nueva obra permitirá, sin mayores problemas, que el tránsito del Circuito Interior fluya con facilidad. Asimismo cabe mencionar que en esta zona el Metro se construyó en forma subterránea y frente al Aeropuerto se ubicó la Estación denominada "Terminal Aérea", perteneciente a la Línea 5.



Continuando hacia el Poniente (zona en la que el Metro tiene solución superficial), la Av. Río del Consulado se dimensionó para crear la rama Norte del Circuito Interior. Importantes avenidas transversales determinaron la necesidad de construir pasos a desnivel inferiores en ésta, como son: Vía Tapo Oceanía, Quetzalcoatl, Ferrocarril Hidalgo, Misterios y Guadalupe, y el cruce del Gran Canal, con una estructura pretensada.



Tiene especial importancia el complejo vial Potrero, donde concurren importantes avenidas y que distribuye el tránsito de: Consulado, Robles Domínguez, Insurgentes Norte, 100 Mts., Instituto Politécnico Nacional y además aloja al Metro de las Líneas 5 y 3. Para ello, sobre la Av. Abundio Martínez, se construyeron un puente y un paso a desnivel inferior, dando con él continuidad al Eje Vial Lázaro Cárdenas. Queda pendiente, por razones presupuestales, el puente Cuitláhuac, del que quedaron preparadas cimentación y pilas. Tendrá una longitud de 1080 m. y ramificaciones suficientes para encauzar el tránsito del Eje Vial 3 Norte, según las necesidades de cada conductor de vehículo.



La Av. de los 100 Metros es la continuación al Norte, del Eje Vial Central, el cual opera de Sur a Norte en un arroyo, adyacente al Poniente del Metro, con cuatro carriles y tiene una lateral de tres carriles, de los que uno es exclusivo para el transporte urbano. Al Oriente del Metro se construyó un arroyo de tres carriles que opera en sentido contrario.

Debido a que el Metro es superficial sobre la Av. de los 100 Metros, se construyó un puente "Fortuna" para dar continuidad al Eje Vial 4 Norte. En el cruce con Montevideo el Metro se deprime y la solución vial permanece superficial. Estas obras mejoran la circulación entre las zonas industriales y fabriles del Norte de la ciudad.

Vialidades Línea 6

La construcción de la Línea 6 del Metro, con solución subterránea en "cajón", considera la necesidad de crear un corredor vial sobre este, dando lugar a la regeneración vial de las calles: Azcapotzalco; la Villa, Caguacalcingo, Antigua Calzada Guadalupe y Tierra Fría, pasando entre las Estaciones "Tezozomoc" y "Azcapotzalco", incluida una parte al oriente de esta última, a través de una zona de afectaciones donde la traza del Metro determina la nueva vialidad, su extremo Poniente llegará a la Calzada de las Armas en la vecindad de Puente de Vigas.

Las Estaciones "Vallejo", "Ferrería", "Azcapotzalco" y "Tezozomoc", localizadas en zonas densamente pobladas, hicieron necesario regenerar las calles de confluencia. En la Estación Terminal "El Rosario" se ubican los paraderos indispensables para el intercambio de medios de transporte urbano y suburbano. Estos paraderos localizados en una popular zona habitacional, crean una nueva posibilidad de salida hacia el Estado de México, para así evitar la circulación de los vehículos suburbanos en la conflictiva red vial de las colonias del Noroeste del Distrito Federal.

El estado de avance de las obras (55 0/o a Nov. de 1982) permitirá que a la reanudación de las mismas, pueda concluirse, tanto Metro como las obras viales, en el menor tiempo posible.

No obstante la suspensión temporal de las obras del Metro en esta Línea, se han adoptado medidas con el objeto de dar fluidez a la circulación de las calles y avenidas que cruzan en forma transversal; pendiente sólo la circulación longitudinal coincidente con las obras del Metro.

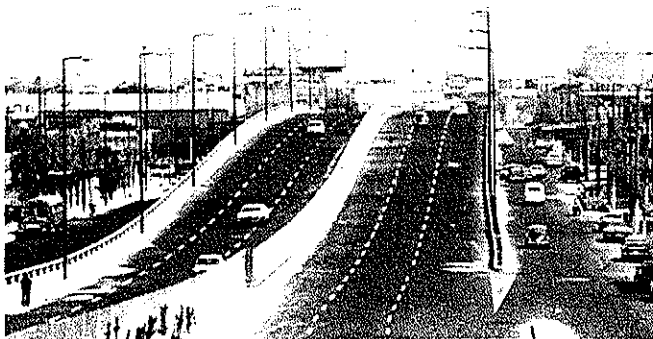
REGENERACION URBANA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS

El desarrollo de la imagen urbana a lo largo de las Líneas del Metro, es uno de los aspectos más importantes por analizar, debido a la trascendencia de la evolución de los espacios urbanos.

Dicha imagen vio relegada su importancia, debido a que se tenían que resolver problemas urgentes, provocados por el rápido crecimiento de la ciudad y a la explosión demográfica.

El Metro, que es el medio de transportación masiva por excelencia, llega a los principales centros de trabajo y a importantes zonas habitacionales. Este sistema se ha visto complementado con la red ortogonal de transporte, apoyándose mutuamente en la opción de recorridos.

La implantación de estos dos sistemas de transportación viene a contribuir a que los proyectos de vialidad que se han llevado a cabo, tengan el funcionamiento óptimo con el que fueron planeados.



La red ortogonal de transporte de superficie y el Metro integrados como medios de comunicación colectiva, abarcarán en un futuro próximo, toda el área metropolitana de la ciudad de México. Se han detectado volúmenes de usuarios que salen del DF con destino a sus centros de trabajo ubicados en el Estado de México y viceversa, dando como resultado la determinación de características operacionales de los dos sistemas, el número de unidades, rutas y frecuencias.

La complementación de los dos sistemas, permite que la red ortogonal de transporte de superficie, apoye la operación del Metro en los casos en que por su funcionamiento y por las características de su trayectoria, limita la comunicación de un sector a otro; determinando la necesidad de lograr una correspondencia en las zonas de transferencia, principalmente en los puntos en que se conectan con el transporte suburbano, y que tienen su origen en los suburbios del Distrito Federal o en los sectores más alejados del centro de la ciudad, dotando a estas áreas de servicios tales como:

Estacionamiento para vehículos particulares para dar oportunidad a los usuarios de utilizar las opciones de transporte colectivo y dejar su automóvil en un lugar seguro.

Paraderos en las Estaciones terminales en las que existe correspondencia de Metro, autobuses urbanos y suburbanos; los que se ubican principalmente en los puntos cercanos al límite con el Estado de México. Asimismo en Estaciones intermedias, destinadas exclusivamente a las paradas de los autobuses, ya sea en bahías-paraderos o en paraderos.

Áreas de acceso a las Estaciones con las señalizaciones correspondientes para que el peatón, que hace uso de uno u otro medio de transporte, se dirija con comodidad y rapidez hacia el medio que más le convenga.

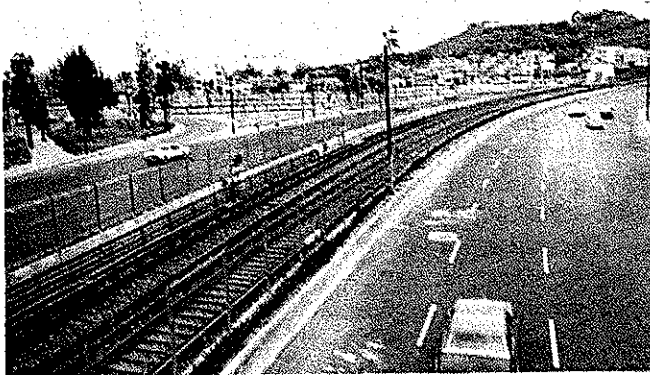


Imagen Urbana.

La transferencia de un transporte a otro debe contar con las condiciones óptimas de funcionamiento, ya que el Metro además de satisfacer las necesidades de transporte, conforma una estructura vial y urbana que no sólo se limita a los aspectos constructivo y funcional, sino que también abarca el urbanístico, dando la posibilidad, de que a lo largo de sus recorridos (ya sea superficial, elevado o subterráneo) de la creación de una imagen de crecimiento y evolución a la ciudad.

Es importante destacar ese punto, pues implica una transformación en el aspecto urbano y en la estructura vial, en zonas cuya tendencia de cambio se había detenido o se había deteriorado con el paso de los años.

No se pretende, con la ejecución de este proyecto, la modificación absoluta de las características fundamentales de las zonas donde se ubican cada una de las estaciones de su recorrido, pero sí dar las opciones de elevar los niveles socio-económicos de la zona al mejorar el área de influencia de la Estación, incrementándose consecuentemente la plusvalía de la tierra.

Asimismo, al llegar con la ejecución del Metro a lugares en donde el crecimiento había sido desordenado, se da la opción de la regulación de la tenencia de la tierra, así como la integración de comunidades y zonas.

Con la creación de áreas accesibles a las estaciones, se pretende solucionar los problemas de congestión en las arterias viales con la creación de estacionamientos para tratar de disminuir el uso del vehículo particular. Premisa fundamental del Plan Rector de Vialidad y Transporte Urbano.

Los servicios con que debe contar cada Estación del Metro, así como lo que debe satisfacer el aspecto externo de la misma, deben estar interrelacionados con varios factores dados en base a la zona donde se ubica la Estación, tales como: uso del suelo, actividad económica, estado de las construcciones (para la determinación del costo de las afectaciones), origen y destino de los habitantes, rutas de transporte, ubicación de sitios para "taxis", vialidades, áreas verdes, y alumbrado existente.

Obra exterior.

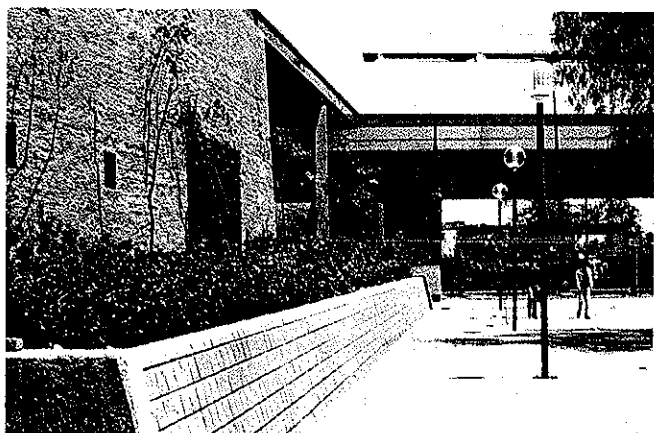
Partiendo del fundamento primordial de dar acceso a las Estaciones del Metro al usuario del servicio, ya sea peatonal o vehicular, es importante que este principio se vea convertido en proyectos de obra exterior de cada Estación, cuyos espacios deben dar seguridad y comodidad al peatón, dándoles lo necesario para el tránsito por ellos, como: el apeaje de autobuses urbanos y suburbanos, y áreas de estacionamiento para vehículos particulares.

Las Estaciones, además de dar acceso al Metro, son moduladoras de los espacios exteriores, por lo tanto se debe prestar especial atención a los proyectos que se logren de cada una de ellas.

Para el desarrollo de cada proyecto se puede utilizar la siguiente metodología.

1.— Analizar los planos arquitectónicos, y en bien a este, conjuntar las características de las zonas, con las de proyecto de la Línea en general. Los planos que se han requerido se enumeran a continuación.

- 1.A.— Planos de Escaleras de Acceso.
- 1.B.— Niveles.
- 1.C.— Conjunto.
- 1.D.— Andén y Vestíbulo.
- 1.E.— Rejillas de Ventilación.
- 1.F.— Vialidad.
- 1.G.— Topográficos.
- 1.H.— Cortes Generales.
- 1.I.— Rutas de Transporte.
- 1.J.— Uso del Suelo.



2.— Se determinan los alcances de cada proyecto, enumerando las posibles características y materiales, en base a los elementos de aspecto técnico, tales como: la disponibilidad del espacio para el proyecto de cada estación, el funcionamiento, dimensionamiento de la caseta o escaleras de acceso, y los elementos arquitectónicos disponibles con lo que resulta la obra exterior de las estaciones.

3.— Se define un programa arquitectónico, propuesto de acuerdo a lo analizado en los puntos 1 y 2.

3.A.— Plazas de Acceso.— Estas principalmente se ubican cercanas a las escaleras o casetas de acceso y tienen la función de distribuir y encausar los movimientos direccionales de los peatones.

3.B.— Plazas de Estar.— Se ubican cuando el espacio lo permite, en las áreas de circulación como áreas de esparcimiento y descanso.

3.C.— Andadores.— Estos resultan del análisis de las direcciones de los peatones.

3.D.— Areas Jardinadas.— En vista de que la Ciudad de México tiene carencia de estas áreas, se deben aprovechar los espacios para habilitar lugares agradables a la vista, ya sea como remates visuales o como separadores de áreas.

3.E.— Paraderos Terminales.— Se plantean, en Estaciones terminales y tienen una capacidad de almacenamiento, considerada en base a las líneas de transporte que ahí lleguen.

3.F.— Bahías Paraderos.— Se proyectan como medio de solución a las paradas en los recorridos de las rutas que sólo pasan por ahí.



3.G.— Estacionamientos.— De acuerdo a la actividad económica que domine en la zona, se plantean como apoyo a los proyectos de vialidades.

3.H.— Diseño Especial de Lumbreras.— Las lumbreras como elementos integrantes del funcionamiento y del sistema de ventilación de las Estaciones influyen en el aspecto externo; y éstas, al contener ductos y maquinaria, podrían crear una imagen desagradable al conjunto externo, para lo cual, en algunos casos, se han diseñado elementos ornamentales que las cubran.

3.I.— Pasos Peatonales.— Cuando se presentan vías con gran afluencia de vehículos y que por la estructura misma de la vialidad, los automóviles que circulan por ellas, alcanzan altas velocidades en tramos en los que no hay cruceros, o cuando existen barreras físicas; ha sido necesario plantear pasos peatonales, ya sean elevados o a desnivel. De la correcta selección de su ubicación, depende que estos sean utilizables y seguros, para el peatón. Esta ubicación se da en base a recorridos mínimos de 500 m. que deben hacer los peatones.



4.— Se plantea un primer anteproyecto en el que se delimitan las zonas y los elementos, y se va conjugando el funcionamiento con la estética. En este punto se analiza la ubicación de los túneles y los niveles de la Estación, para la correcta ubicación de las zonas jardinadas. Este análisis se debe a que en zonas donde el nivel de Estación es muy cercano al nivel de plaza, es muy difícil ubicar estas zonas, por las filtraciones que se pudieran producir.

5.— Se revisan los planos de las instalaciones ya sean especiales o de infraestructura básica, y se adecúan al primer anteproyecto.

6.— Al hacer el planteamiento del conjunto, se determinan los materiales y sistemas constructivos que se utilizarán, tanto en plazas como en áreas jardinadas.

7.— Se hace el proyecto ejecutivo con detalles y cortes y se diseña el mobiliario urbano, así como la señalización necesaria que contendrá el proyecto de obra exterior.

8.— En caso de existir la necesidad de diseñar muros en colindancias o remates de áreas afectadas, se hacen levantamientos en campo, y de acuerdo al funcionamiento que exista en la zona, se plantea el proyecto.

Por lo antes mencionado, se puede concluir que es importante lograr que el conjunto de obra exterior, sea la unión armónica y funcional de todos los elementos que la conforman, y no dejarlo confinado al área de acceso a la Estación, sino que al analizar la zona en que se ubica, se extiende el estudio del área en la que influye la Estación, dando las perspectivas de desarrollo. Como se ha expresado, las Estaciones por tener elementos que "invitan" al peatón a hacer uso del Metro, evitan, en parte, que siga el incremento del uso de automóviles. Esto viene a contribuir a que las obras viales y los planes de transporte masivo, operen como se han conceptualizado.



Estacionamientos.

Dentro de los objetivos que considera el Plan Rector de Vialidad y Transporte Urbano, está la construcción de Estacionamientos.

Uno de los planes prioritarios del Plan es el construir estacionamientos, en los extremos de la ciudad principalmente cercanos a las Estaciones del Metro. Partiendo de la base que los usuarios de los vehículos preferirán dejar sus vehículos, debidamente resguardados, y utilizar el Metro para dirigirse a su destino.

Los estacionamientos más importantes, por su demanda, son los que están ubicados en las Estaciones terminales del Metro. Sin embargo, en algunas Estaciones intermedias existe una mayor demanda de estacionamiento, como las Estaciones de correspondencia y las Estaciones, ubicadas en zonas de alta densidad comercial o en lugares donde se prestan servicios públicos importantes.

Se han realizado, invariablemente, para cada Estación del Metro, estudios de oferta y demanda. Estos han dado las cifras necesarias para decidir la importancia de construir un estacionamiento, así como las características (tipo y capacidad) y normas de diseño que debe tener.

El problema del estacionamiento en el Area Metropolitana se está solucionando en forma conjunta con otras dependencias del Departamento del Distrito Federal, como es la Dirección General de Planificación y mediante mecanismos de coinversión con la iniciativa privada a través de Servicios Metropolitanos.

También se han instrumentado normas y reglamentos en los que se estipula que cualquier edificio debe contar con sus propios lugares de estacionamiento, haciendo partícipes de esta manera, a los particulares en la solución del gravísimo problema del estacionamiento en la ciudad de México.

Logros

Al finalizar la presente Administración, se tendrán los siguientes estacionamientos construidos por COVITUR y que actualmente prestan su servicio para beneficio de los propios ciudadanos.

Estacionamiento	Tipo	L. Metro	No. Cajones
Eugenia	Superficie	3 Sur	236
Centro Médico	Edificio	3 Sur	1,320
La Raza I	Superficie	3 Norte	63
Canal del Norte	Superficie	4	260
Oceanía	Superficie	5	108
Hangares	Superficie	5	193
Consulado	Superficie	5	61
Eduardo Molina	Superficie	5	68
Aragón	Superficie	5	156
Morelos	Superficie	4	145
Talismán	Superficie	4	146
Martín Carrera	Superficie	4	73
Valle Gómez	Superficie	5	185
Etiopía	Edificio	3 Sur	625
Candelaria	Edificio	4	607

Av. de los 100 m.

(Frente al Instituto Mexicano del Petróleo)
(a la terminal de

Autobuses del Norte)	Superficie	5	211
			4,462

Quedaran en proceso de construcción los siguientes

Estacionamiento	Tipo	L. Metro	No. Cajones
El Rosario	Superficie	6	930
Tezozómoc	Superficie	6	66
Misterios	Edificio	5	517
La Raza II	Edificio	5	522
Fray Servando	Edificio	4	796
Bondojito	Superficie	4	215
			3,046

Además existe el proyecto ejecutivo completo, para construir en un futuro no lejano los siguientes:

Estacionamiento	Tipo	L. Metro	No. Cajones
Cuatro Caminos	Superficie	2	844
Basílica	Superficie	3 Norte	60
Potrero	Superficie	3 Norte	107
Ciudad Universitaria	Superficie	3 Sur	900
Vallejo	Superficie	6	110
Norte 45	Superficie	6	60
Ferrería	Superficie	6	120
Azcapotzalco	Superficie	6	71
			2,272

A través de la experiencia obtenida de las distintas construcciones y basados en los estudios realizados, se han logrado mejoras, tanto en proyecto como en el proceso constructivo que han beneficiado al funcionamiento de los estacionamientos.

Avances en Estacionamiento en Edificio.

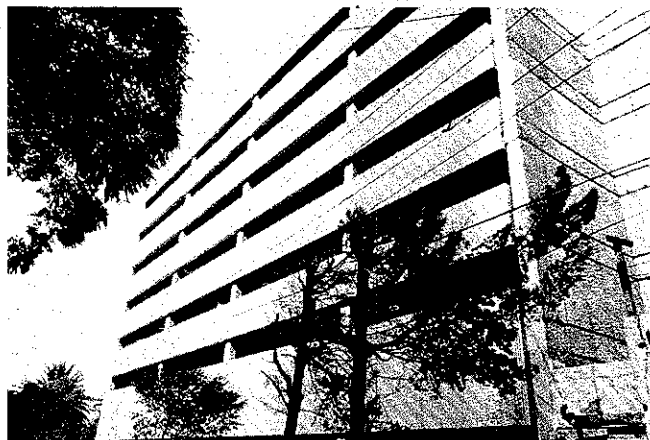
Teniendo en cuenta los resultados de los estudios de oferta y demanda, así como las dimensiones de los predios adquiridos para la construcción de estacionamientos en las zonas cercanas a las distintas Estaciones del Metro, se determinó la posibilidad de construir estacionamientos en edificios. Los proyectos de éstos fueron sometidos a concurso, por lo que resultaron diferentes alternativas para su construcción.

Dado lo anterior, se tomó como norma construir los edificios para estacionamiento, colando en sitio la cimentación, columnas y trabes. El sistema de piso se resolvió con trabe-losas prefabricadas doble "T" o "T".

En el primer estacionamiento en edificio, construido por esta Comisión se utilizaron elementos prefabricados en su totalidad, a excepción de la cimentación, que fue colada en sitio gracias a esto se observó la labor costosa y poco funcional que resulta el colar en sitio los nudos en las intersecciones de trabes con columnas. Por otro lado, debido a que se requiere de claros del orden de 16 metros en un sentido, no se puede pensar en colar en sitio totalmente la estructura de los estacionamientos; ya que no es práctico por los grandes peraltes de los elementos estructurales y por la excesiva cantidad de acero en el armado de los mismos.

Cabe mencionar que la construcción de estacionamientos con estructura metálica resulta inconveniente por su alto costo, comparado con las estructuras de concreto.

Los edificios se han construido, en su mayoría sobre terrenos con baja capacidad de sustentación, por lo que se ha resuelto la cimentación a base de pilotes y cajones reticulares de concreto, a excepción del estacionamiento Etiopía, en el que bastó con celdas de cimentación de concreto.



Como en todos los casos, se ha construido sobre terrenos de distinta dimensión. Los arquitectos han ofrecido también varias soluciones, pero sin exceder el rendimiento mínimo de 30 m² por cajón.

Es conveniente mencionar que en el estacionamiento "Fray Servando" se obtuvo un rendimiento menor de 23 m² de superficie construida para estacionamiento, utilizando cajones dispuestos a 90 °/o, y sistema de rampas de circulación para los accesos y salidas.

Todos los proyectos arquitectónicos han destinado la planta baja para zonas comerciales y la azotea con techumbre ligera, de tal manera que se ofrezca al usuario de los estacionamientos las mismas ventajas en todos los pisos, la zona comercial es fuente de demanda para el propio estacionamiento, lo que garantiza la rápida amortización de la inversión.

Estacionamientos de Superficie.

Los primeros estacionamientos de superficie existentes se apegaban a proyectos diversos por consiguiente, se tenían distintas soluciones en lo que respecta a caseta de control, barda perimetral, alumbrado, carpeta de rodamiento, instalaciones sanitarias, etc. Con objeto de abatir costos y ofrecer mejor funcionamiento, se pensó en estandarizar la construcción de los estacionamientos de superficie, utilizando el diseño de una caseta "Tipo" con las mínimas dimensiones posibles, pero funcionales, así como el diseño de un muro perimetral que a la vez sirviera de muro de contención para las terracerías.



Para el alumbrado del estacionamiento se ha colocado el tipo de poste y luminaria más comercial y el piso es, generalmente de adocreto. Ya que por capacidad de carga, facilidad de colocación y sencillo mantenimiento, se considera la carpeta de rodamiento más adecuada.

Tanto para los estacionamientos de edificio, como para los estacionamientos de superficie, se han tomado en cuenta las observaciones del personal que opera los estacionamientos existentes, con objeto de mejorar el funcionamiento de los mismos.

La experiencia de esta dependencia, en la construcción de estacionamientos, se considera altamente satisfactoria, por haber obtenido sistemas constructivos funcionales, seguros y económicos.

A la fecha, no sólo se ha hecho realidad el poder ofrecer estacionamientos adecuados en zonas de alta demanda, sino también se ha logrado obtener una técnica adecuada a las necesidades de nuestra conflictiva ciudad.

Los pasos peatonales, son obras de gran importancia que permiten el cruce seguro sobre las vía

Los pasos peatonales, son obras de gran importancia que permiten el cruce seguro sobre las vialidades de mayor densidad vehicular.

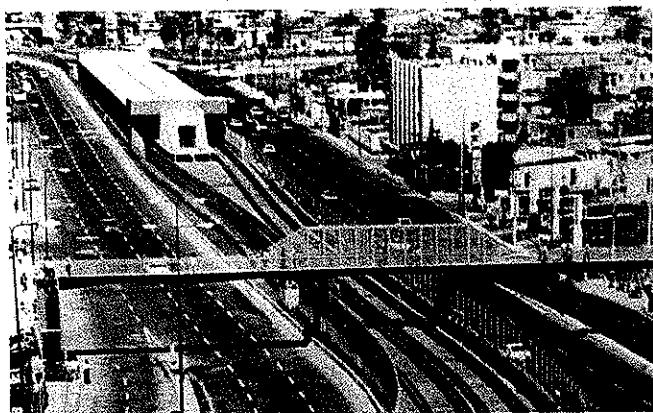
En la actualidad se han construido dieciocho pasos peatonales metálicos que ya se han recibido por las Delegaciones respectivas; diez también metálicos que están en proceso de entrega a las Delegaciones, que corresponden a siete más por concluirse. Adicionalmente se han reubicado otros dos pasos metálicos.

Los pasos peatonales de estructura de concreto han concluido su ampliación en la Raza y en Av. Río San Joaquín. Además hay cuatro más en proceso de terminación.

Las estructuras mixtas de concreto y acero estructural se han empleado en la ampliación de pasos sobre vialidades cuya intensidad de tránsito no permite una interrupción prolongada. Así se tiene este tipo de estructura en la ampliación de un paso sobre Anillo Periférico, tres sobre Viaducto Miguel Alemán y dos en el entronque La Raza.

Como un resumen, se entregarán hasta fin de Noviembre un total de setenta y ocho pasos peatonales y; se habrán ampliado seis pasos más de estructura íntegramente de concreto y otras seis de estructura metálica y de concreto.

Finalmente se substituyó, en cinco pasos, el parapeto de concreto reforzado por barandal metálico, logrando con esto un mejor aspecto arquitectónico del paso peatonal.



Obras Adicionales

También como parte de las Obras Complementarias, se encuentran aquellas que son afectadas directa o indirectamente por la construcción del Metro. Esta Comisión ha realizado la reposición o reconstrucción, total o parcial, de algunas edificaciones existentes, mejorando la calidad de la construcción y de las instalaciones. Las principales obras realizadas son:

OBRA	Línea
Gasolinera Hangares	5
Cocina del Aire	5
Deportivo "18 de Marzo"	3 Norte
Estancia Infantil Provisional A. S. A.	5
Estancia Infantil Definitiva A. S. A.	5
Instalaciones Western Airlines Inc.	5
Rancho Grande de La Villa	3 Norte
Parque Dr. Ignacio Chávez antes Américas	3 Sur
Mercado Paganini	5
Mercado La Roqueta	5
Escuela Primaria Roqueta	5
Jardín de Niños Roqueta	5
11o. Batallón de Policía y Tránsito	4
Parque Deportivo Pantaco	6
Lienzo Charro de la Viga	4
Balneario Olimpico	5
Mercado Tacuba	2
Fábricas de Hielo	5

A manera de ilustración, se describe a continuación una de las construcciones mencionadas anteriormente.

Parque Dr. Ignacio Chávez (antes Américas)

El parque, que tiene una extensión de 61,617 m², ubicado al Poniente de la Estación "Centro Médico" de la Línea 3. La remodelación estuvo a cargo de esta Comisión, y es interesante describir algunos de los trabajos efectuados en la remodelación del mismo.

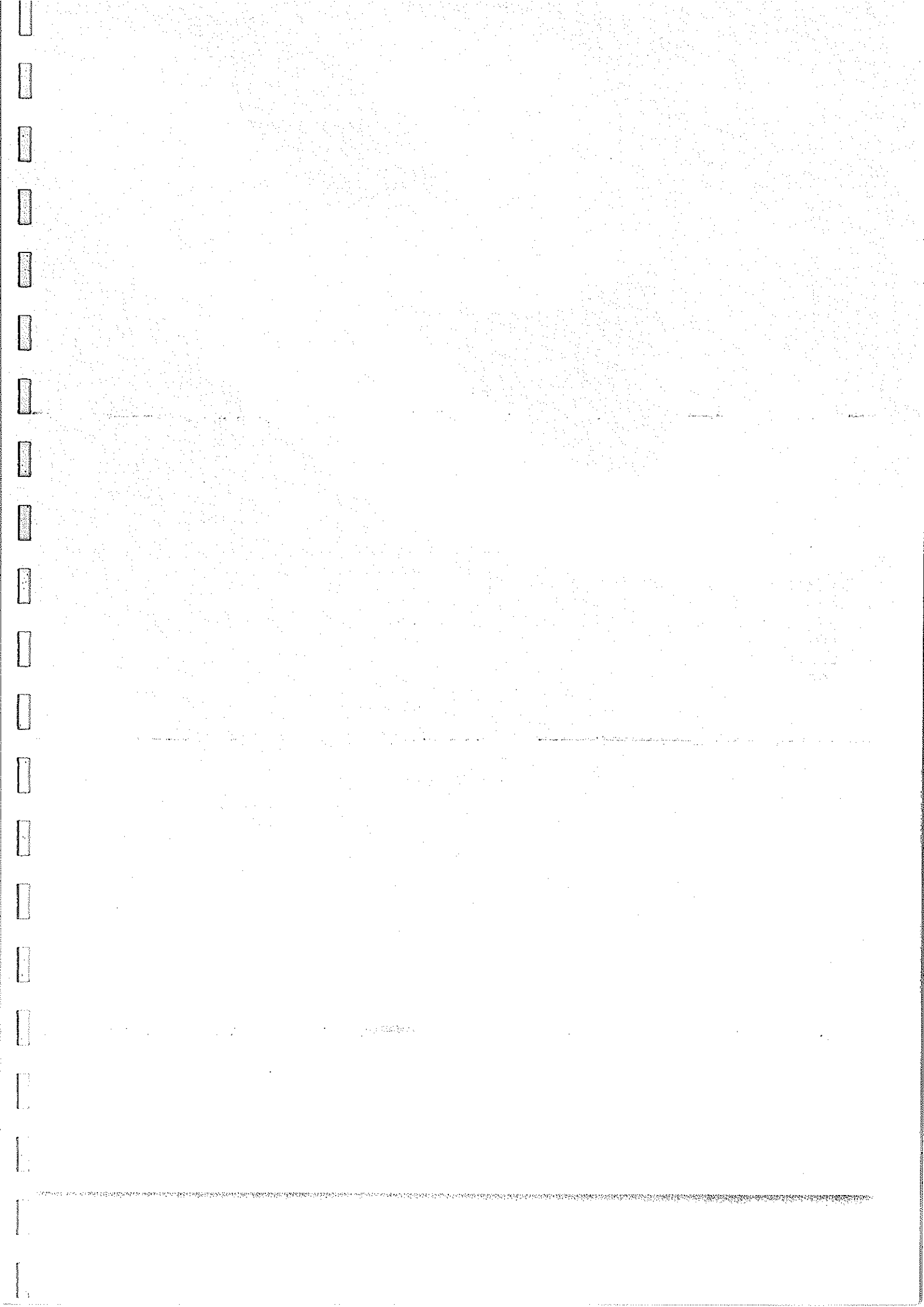
Andadores.— 15,000 m². de pequeños caminos de adocretos en la parte central y tezontle rojo en las orillas, ambos desplantados en una combinación de grava y tepetate compactados, contenidos en dos guarniciones laterales de concreto. Acompañan a estos andadores, 106 bancas de fierro fundido que permiten contemplar un conjunto de dos fuentes ubicadas en los extremos del parque, cada una de ellas con un "chorro" de agua, al igual que dos grandes espejos de agua contruidos expreso, e interconectadas entre sí por 3 ríos recubiertos por piedra bofa.

Plantas y césped. Se colocó pasto nuevo plantado sobre tierra vegetal, en una área aproximada de 34,000 m², conjuntamente con 6,500 m². de una variedad muy grande de plantas decorativas.



Salas.— Se llevó a cabo la construcción de dos salas de recreación; una de lectura infantil y otra de estar. La primera cuenta con baño, bodegas para libros y área de lectura. Su estructura es a base de acero, complementado con cancelería de aluminio y vidrio. La segunda sala es un espacio abierto destinado al descanso del público en general.

Zonas Infantiles.— Para la población que más frecuenta el parque, los niños, se construyeron grandes zonas de juego:



Inauguración de las obras

- 9.1 AMPLIACION NORTE, LINEA 3
- 9.2 AMPLIACION SUR, LINEA 3
- 9.3 LINEA 4
- 9.4 LINEA 5
- 9.5 TALLERES TICOMAN
- 9.6 VIALIDADES



AMPLIACION NORTE, LINEA 3

El 29 de Abril de 1967, el Diario Oficial de la Federación publicó el decreto presidencial que dispuso la creación del Sistema de Transporte Colectivo en el Distrito Federal.

El significado del documento era, y es, trascendental: allanar el camino para el primer gran paso de solución al ya entonces impostergable problema del transporte masivo.

A casi dos meses de haberse publicado el ordenamiento, el 19 de Junio de 1967, se iniciaron las históricas obras que dieron curso al moderno y rápido medio de movilidad masiva del que hoy se dispone.

Nueve años después, el Gobierno del Presidente López Portillo aprueba la importante decisión de reanudar la ampliación del Metro.

Fue el 27 de Agosto de 1977 cuando los obreros Pedro Flores y Simón Cerecero, taladraron el asfalto en la calle de San Simón de la Col. San Simón Tlauhac, que pertenece a la Delegación Cuauhtémoc.

De esa manera se inició la construcción de la 2a. etapa, que comenzaría por prolongar la Línea 3 hacia el Norte de la ciudad.

La Línea 3 Norte se construyó en 2 tramos: el primero estaría comprendido de la Estación "Tlatelolco" a la Estación "La Raza" en solución subterránea y con una longitud de 1.5 km.

El 25 de Agosto de 1978, durante la ceremonia de inauguración, en la explanada construida a un costado de la estación "La Raza", hablaron los representantes de los distintos grupos sociales que forman parte de la población capitalina, ante el Presidente de la República, el Regente del Distrito Federal, Prof. Carlos Hank González, Diputados y Funcionarios del D F, invitados y público en general.

Por su parte el Ing. Pablo Alvarez Treviño, Presidente de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, habló en nombre del Sector Privado y proporcionó los datos relacionados con los empleos que las obras del Metro habían generado. Reconoció que la construcción del Metro ha implicado inversiones cuantiosas, enojo de los afectados por las expropiaciones y disgustos de quienes se quejan por lo ruidoso de las obras. Pero había que encarar una solución a fondo y la decisión de ampliar el Metro, indudablemente fue sabia y difícil, pero impostergable.

El tercer orador fue el Doctor Carlos Riva Palacios, Secretario General de la Federación de Sindicatos de Trabajadores al Servicio del Estado quien dijo: "La ampliación del Metro es un gran paso en las resoluciones de las necesidades urbanas de comunicación, y constituye una firme demostración de que se está cumpliendo con lo prometido".

El segundo tramo de la Línea 3 Norte se inauguró el 1º de Diciembre de 1979, en vía tipo superficial con una longitud de 3.45 km. y 3 Estaciones: "Potrero", "Basílica" e "Indios Verdes".

En esta significativa ocasión, ante el Presidente de la República, hablaron el Jefe del Departamento del Distrito Federal, Prof. Carlos Hank González, el Vicepresidente del Congreso del Trabajo, Angel Olivo Solís y Juan Araiza, Líder de los trabajadores del D D F ; quienes manifestaron las ventajas y beneficios que se derivan con la ampliación de la Línea 3 del Metro, como son el poder dar servicio a 550 mil usuarios más en días laborales.

Inauguración de las obras

Las populares esculturas erigidas en honor de los guerreros aztecas conocidas como "Indios Verdes", fueron reubicadas en el lugar original que tenían a la entrada de la Carretera México-Laredo precisamente en la parte norte del exterior de la Estación Terminal norte de la Línea 3 "Indios Verdes". En esta tarea se contó con la colaboración directa del Instituto Nacional de Antropología e Historia.

AMPLIACION SUR, LINEA 3

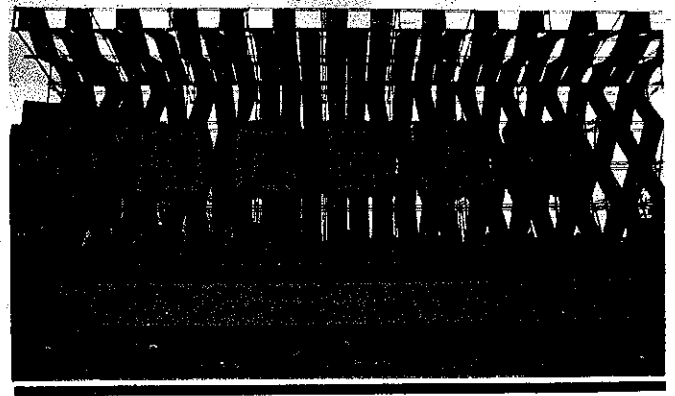
Las obras de ampliación de la Línea 3 hacia el Sur, se iniciaron el 16 de Enero de 1978.

El primer tramo subterráneo que va de la Estación Hospital General a la Estación Centro Médico con 0.8 km. se inauguró el 7 de Junio de 1980. Esta nueva estación permitió proporcionar servicio a 40 mil pasajeros diarios, los que se trasladan a la Unidad de Congresos del Centro Médico, al Parque de Beisbol del IMSS, al multifamiliar Benito Juárez, al Panteón Francés y a múltiples colonias aldeñas.

El segundo tramo va de la Estación "Centro Médico" a la Estación "Zapata", con una longitud de 4.6 km. y 4 estaciones subterráneas; "Etiopía, Eugenia, División del Norte y Zapata"; fué puesto en operación el 25 de Agosto de 1980, facilitando la movilización a cerca de 150,000 usuarios más, al día.

Durante la inauguración, el Presidente López Portillo avaló el acuerdo firmado por la Universidad Nacional Autónoma de México y el Departamento del Distrito Federal mediante el que, la máxima casa de estudios del país, cede en préstamo parte de sus terrenos para construir la estación terminal de la Línea 3.

En el acto, habló el Presidente del Consejo Consultivo de la Ciudad de México, Arturo Díaz Alonso, quien elogió los esfuerzos del Gobierno Federal y de las autoridades capitalinas, por hacer de la Ciudad de México "Una realidad cada día más bella y más habitable".



LINEA 4

Las obras de esta Línea se iniciaron el 20 de Marzo de 1978, en la esquina que forman Av. Inguarán y Talismán.

El primer tramo de 7.6 km. y 7 Estaciones: 2 de ellas de vía superficial, la Estación terminal "Martín Carrera" y la Estación "Candelaria" (Palacio Legislativo) de correspondencia con la Línea 1; y 5 estaciones elevadas: "Talismán", "Bondoquito", "Consulado" (de correspondencia con la Línea 5), "Canal del Norte" y "Morelos". Dichas Estaciones fueron inauguradas el 29 de Agosto de 1981.

En esta ocasión, en un acto realizado en la Estación "Candelaria" ante el Presidente de la República, el Diputado Fernando Leiva, expresó a nombre del Congreso del Trabajo "El más profundo y sentido reconocimiento por este beneficio para la clase trabajadora".

Por su lado, el Presidente del Consejo Consultivo de la Ciudad de México, Arturo Díaz Alonso, afirmó que los vecinos del Distrito Federal "Hemos recuperado la voz. Respetamos y exigimos respeto para todo lo que hemos hecho", A lo que añadió: "Nos sabemos pioneros en esta forma de democracia directa", refiriéndose al proceso de participación vecinal en las tareas públicas.

El segundo tramo de la Línea 4 se inauguró el 26 de Mayo de 1982, totalmente en vía elevada con 2.9 km. de longitud y con 3 Estaciones, "Jamaica", "Fray Servando" y "Sta. Anita", con lo que se daba servicio adicional a 280 mil pasajeros al día.

Con este motivo, el Vicepresidente del Congreso del Trabajo, Mario Martínez Decar, habló ante el Presidente de la República, Funcionarios del Gabinete y Público en general, subrayando la "necesidad de que el Transporte Colectivo pase a manos del Estado en su totalidad, pues sólo así se lograrán resolver los retos de la eficiencia y coordinación de esfuerzos y voluntades".

Por otro lado, el Dirigente de la Junta de vecinos en Iztacalco, Juan Manuel Zermeno, hizo un público agradecimiento al Jefe del Ejecutivo "por los esfuerzos que a lo largo de su mandato se han desarrollado para mejorar los Sistemas de Transporte en la Ciudad".



LINEA 5

El 29 de Junio de 1978, en la Av. Hangares y la Calle de Economía de la Col. Federal, se iniciaron las obras de esta Línea.

En el primer tramo de 7.5 km. Se pusieron en servicio, el 19 de Diciembre de 1981, 7 Estaciones: "Consulado", "Eduardo Molina", "Aragón", "Oceanía" y la terminal "Pantitlán" de vía tipo superficial; así como las Estaciones "Hangares" y "Terminal Aérea" de vía subterránea.

En presencia del Primer Mandatario, El Prof. Carlos Hank González, Jefe del Departamento del Distrito Federal, expresó: "La masificación, ya no de la ciudad, sino del Valle de México y del país, debe hacernos repensar nuestra historia y concebir audaces proyectos para el futuro inmediato".

Esta Línea beneficia en forma directa a los habitantes de 15 colonias populares y al Municipio de Cd. Nezahualcóyotl, Edo. de México.

El 1o. de Julio de 1982, se puso en servicio el segundo tramo de la Línea 5 con una longitud de 4.2 km, con las Estaciones subterráneas "Valle Gómez" y "Misterios" y la Estación superficial "La Raza", de correspondencia con la Línea 3. de este modo se dio servicio a 50 mil usuarios más.

En el acto inaugural habló ante el Presidente de la República y miembros de su gabinete, el Sr. Mauro Gómez Peralta, Secretario General de la Asociación Sindical de Pilotos, en representación del Congreso del Trabajo, quien sostuvo:

"La Revolución sigue construyendo el México moderno. Tarea de su Gobierno ha sido acabar con las ínsulas que la hazaña de lo absurdo ha creado en esta ciudad, como espacios impenetrables habitados por mexicanos de rostros distintos".

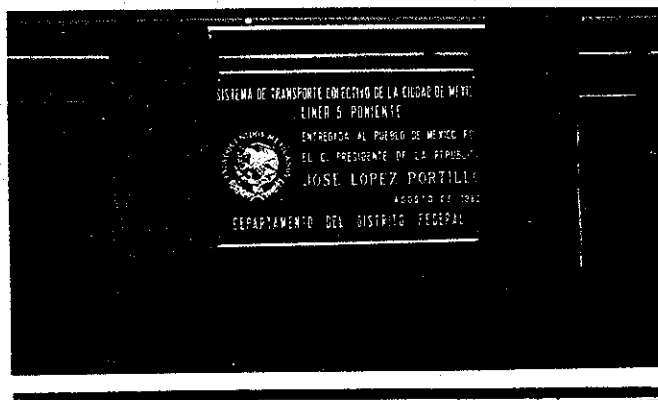
Habló también el Delegado de la Delegación Cuauhtémoc, Alfredo Stamatío, señalando que "el Metro transporta ahora un número mayor de capitalinos sin ocupar grandes superficies, con mayor comodidad, con menor grado de contaminación y menos gasto de combustible, pero sobre todo, poniendo a disposición de los trabajadores, estudiantes y amas de casa un medio ya insustituible".

El tercer tramo de la Línea 5 del Metro, se inauguró el 30 de Agosto de 1982, con una longitud de 4.07 km. y 3 estaciones de tipo superficial: "Autobuses Norte", "Instituto del Petróleo", de correspondencia futura con la Línea 6 y la Estación "Politécnico", terminal provisional. Con este nuevo tramo, la Línea tiene una extensión de 15.79 km. y un total de 13 Estaciones desde Pantitlán, cerca de Ciudad Nezahualcóyotl Edo. de México, hasta las inmediaciones del Instituto Politécnico Nacional.

En el acto inaugural ante el Presidente López Portillo y representantes de más de 2 mil técnicos mexicanos que participaron en la construcción del Metro el Prof. Carlos Hank González, Jefe del Departamento del D F., informó "el Metro llegó a 80 km. cifra que duplica su extensión y cuadruplica el servicio de pasajeros".

En la misma ceremonia, el Ing. Francisco Noreña Casado, Vocal Ejecutivo de COVITUR, presentó un informe de todo lo realizado durante el sexenio, en las ampliaciones del Metro de las Líneas 3 Norte y Sur, 4 y 5, así como de los estados en que se encontraba la construcción de las Líneas 1, 2, 6 y 7. Así como el avance tecnológico, en la obra civil y electromecánica, logrado por técnicos mexicanos.

El Ing. José Carreño Romaní, Director de Construcción de COVITUR, detalló el trazo de la Línea 5 del Metro, así como las zonas habitacionales, comerciales e industriales a los que sirve directamente la Línea.



TALLERES TICOMAN

El 29 de Noviembre de 1980 se inauguró la primera etapa de los Talleres Ticomán. Al Poniente de la Estación "Indios Verdes", en terrenos que antes ocupaban los estudios Cinematográficos Tepeyac, se construyeron las instalaciones para el mantenimiento del material rodante.

A las 10 horas del citado día, en presencia del Sr. Presidente de la República, del Jefe del Departamento del Distrito Federal y miembros del gabinete; entró el primer convoy, maniobrado a través de la torre de control de los talleres. Con este hecho dieron principio los servicios de mantenimiento menor, con los que cuentan las Líneas 3, 4 y 5.

El 26 de Mayo de 1982, se puso en servicio la segunda etapa de las instalaciones de los Talleres "Ticomán". Entraron en operación: el edificio de almacén general, el taller eléctrico, la zona para vehículos auxiliares, la oficina de servicios generales, la zona de maquinado de durmientes, un almacén y tres fosas de revisión menor.



VIALIDADES

En una solución conjunta de la Línea 3 del Metro con la vialidad se inauguró el 25 de Agosto de 1980, el tramo correspondiente al Eje 1 Poniente (Av. Cuauhtémoc entre la calle de Antonio M. Anza y la Ex-Glorieta División del Norte, con una longitud de 3.7 km., así como el tramo de la Av. Universidad desde la Ex Glorieta de División del Norte hasta el Eje 8 Sur (Popocatepetl), con una longitud de 1.6 km.

Un nuevo diseño vial de Insurgentes Norte se inauguró el 1° de Diciembre de 1979. En la esquina de Acueducto e Insurgentes Norte, el Sr. Presidente Lic. José López Portillo, cortó el tradicional listón rojo con lo cual se abrió a la circulación un tramo de 4.3 km. de longitud, comprendido desde la Glorieta La Raza, a los Indios Verdes. En dicho tramo, la arteria tiene un ancho promedio de 170 m. que alojan 14 carriles en los sentidos Norte-Sur.

Para la continuidad de la circulación en los sentidos centrales y el paso del Metro, se construyeron 4 puentes para vehículos y 4 para peatones.

Los puentes vehiculares se realizaron en la Av. Poniente 112, con 24 m. de ancho, 5 carriles: 3 en sentido de poniente a oriente y 2 de oriente a poniente. En la Av. Fortuna, con un ancho de 30 m. 6 carriles: 3 paradas cada sentido; El llamado Puente Montevideo con 24 m. de ancho, 6 carriles: 3 en cada sentido; y el Puente Ticomán con 30 m. de ancho, 3 carriles de circulación para cada sentido.

El 25 de Agosto de 1980, se inauguró el Puente Acueducto Poniente, con una longitud de 750 m., obra ejecutada paralelamente a las obras de ampliación de la Línea 3 Norte del Metro que se encuentra en el extremo Norte de la Av. Insurgentes, donde se inicia la Carretera México-Pachuca. Cuenta con 3 carriles de circulación con 10.50 m. de ancho, más las banquetas laterales de 0.75 m. cada una.

El conflictivo distribuidor vial del monumento a la Raza fue reordenado en 2 etapas; la primera el 22 de Mayo de 1981 con la unión del Eje 1 Poniente (Guerrero) con la Av. Vallejo, con esto se logró una circulación más fluida de Norte a Sur, desde el municipio de Tlanepantla, Edo. de México hasta la Delegación de Coyoacán.

La segunda se puso en servicio en Octubre de 1982, mediante un puente de 430 m. de longitud y 6 carriles de circulación que cruza el Eje Central Lázaro Cárdenas, uniendo Río Consulado con el Circuito Interior. Estas obras permiten circular por el Circuito Interior desde Tacubaya (Alfonso Reyes) hasta el cruce con la calle Añil en la Colonia Granjas México, en una longitud de 26.5 Km.

El 29 de Agosto de 1981 se inauguró la primera etapa del Eje Vial 2 Oriente, de 7 km. de longitud, desde Martín Carrera hasta Fray Servando. Cuenta con dos arroyos de circulación, de 11 m. de ancho cada uno, con un total de seis carriles, su sentido de circulación es de sur a norte siguiendo el mismo trazo de la Línea 4.

Ese mismo día, también se inauguró el Puente Acueducto Oriente, ubicado al norte de la ciudad, recibe el tránsito procedente de la Avenida Insurgentes Norte hacia la Autopista México-Pachuca. Tiene una longitud de 710 m. y consta de 3 carriles. Para su construcción se usó un procedimiento denominado en México como de "Tierra Armada".

El 1° de Diciembre de 1981 se inauguró la vialidad Iztaccihuatl - Héroe de Nacozari, ubicada entre las Avenidas Ignacio Zaragoza y Eduardo Molina. Pasa sobre el puente de 33 m. de largo que se construyó sobre el Gan Canal con 6 carriles de circulación.

El 26 de Mayo de 1982, paralela al trazo de la Línea 4 del Metro de Fray Servando hasta la Viga, se inauguró el 2° tramo correspondiente al Eje Vial 2 Oriente con 3 carriles de circulación, de 11 m. de ancho de cada lado. Su sentido de circulación va de oriente-poniente. En esta obra destaca la modificación realizada del crucero del Eje Vial con el Viaducto Miguel Alemán, para dar paso franco, tanto al Eje 2 Oriente como a las laterales de la vía rápida.

Con una longitud de 4.5 Kms. se inauguró el 19 de Diciembre de 1981, un tramo del Circuito Interior (Boulevard Aeropuerto y Río Consulado), desde el Eje 1 Norte (Av. Hangares) hasta el Eje 2 Oriente (Av. Inguarán). Conjuntamente se pusieron en servicio las siguientes obras viales:

En el crucero de Boulevard Aeropuerto y el Eje 1 Norte hay un paso a desnivel de 431 m. de longitud, con circulación oriente-poniente y viceversa; consta de 3 carriles, además de 3 gasas a desnivel, de 7 m. de ancho cada una, ubicadas en las esquinas suroriental, surponiente y norponiente.

En la calle de Quetzalcóatl y Circuito Interior se instaló un paso a desnivel con longitud de 330 m. y circulación oriente-poniente en 2 carriles.

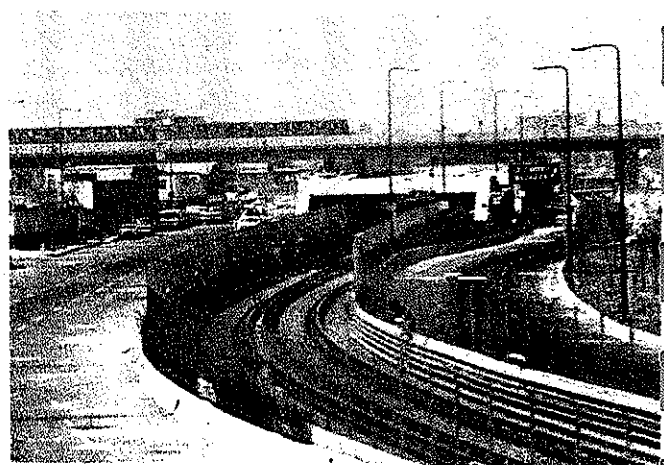
Otro paso a Desnivel.- Se construyó en la Av. Oceanía y Circuito Interior, con longitud de 360 m. y cuatro carriles de circulación oriente-poniente y viceversa.

Se habilitó otro paso a Desnivel, en el cruce de la Av. Eduardo Molina y Circuito Interior, con 3 carriles de circulación en cada sentido, de oriente a poniente y con una longitud de 350 m.

En Octubre de 1982 se puso en servicio el tramo del Circuito Interior en su ramal Norte, desde su cruce con el Eje 2 Ote. (Av. Inguarán) hasta el distribuidor la Raza, en una longitud de 3.9 km.; consta de 6 carriles para alta velocidad en dos vías, con un ancho de 10.20 m. cada una y 2 carriles en cada lateral con un ancho total de 6.60 m.

Los carriles de alta velocidad se encuentran separados en algunos tramos por el cajón superficial de la Línea 5 del Metro; en otros, por los pasos deprimidos y en el resto, por muros deflectores de concreto armado.

Para lograr la continuidad de la vialidad del Circuito Interior, se construyó un puente de 430 m. de longitud con 6 carriles de circulación, que cruza el Eje Lázaro Cárdenas, y pasos deprimidos en los cruces con la Av. Ferrocarril Hidalgo con una longitud de 400 m. y con las calzadas, de Guadalupe y de los Misterios con una longitud de 480 m. Estos dos pasos a desnivel cuentan con vialidades laterales de dos carriles de circulación cada una.



Asimismo, se colocaron cuatro pasos elevados para peatones, ubicados a lo largo del Circuito Interior entre las Avenidas Inguarán (Eje 2 Ote.) e Insurgentes Norte (Glorieta Potrero).

Se construyó además la vialidad de Paganini, que sigue la trayectoria de la Línea 5 del Metro y corre desde el cruce con el Circuito Interior hasta su incorporación con el Eje Central (Av. 100 Metros).

Otras vialidades importantes que se pusieron en servicio en Octubre de 1982 son:

Eje Central Lázaro Cárdenas.

La prolongación del Eje Central, desde el cruce con el Circuito Interior hasta la Av. de las Torres, tiene una longitud de 5.5 km. En las zonas delimitadas por la vialidad poniente del Eje Central y el Metro superficial de la Línea 5, se construyeron: un paso deprimido, un puente elevado, 2 pasos para peatones, y estacionamientos de superficie.

En el tramo del Eje Central, comprendido entre el Circuito Interior y la Ex-Glorieta Potrero, queda ubicado el paso a desnivel de 450 m. de longitud, que permite cruzar debajo de la Estación La Raza de la Línea 5 del Metro. Logrando con esto la continuidad del Eje Central por la Av. de los 100 Metros.

Para lograr la continuidad de la vialidad de la Av. Fortuna (próximo Eje Vial 4 Norte), se construyó un puente que cruza el Eje Central. Tiene una longitud de 490 m. y cuenta con 5 carriles, uno de ellos exclusivo para autobuses; el sentido de circulación es de Poniente-Oriente.

Paraderos Politécnico.

Al Poniente de la Estación Politécnico de la Línea 5 del Metro, en un área de 10 mil m²., quedan ubicados los Paraderos para 40 Autobuses; con lo que los usuarios harán conexión con la Estación terminal del Metro, captando los provenientes de la zona de Tlalnepantla, Naucalpan, etc.

Prolongación Av. de las Torres hacia Av. I P N Norte.

Este entronque permite el tránsito de vehículos hacia la Unidad Profesional Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional, provenientes de la Calz. Vallejo y Av. de los 100 Metros.

Puente de salida del Aeropuerto Internacional.

El Puente se inicia en la Calle de Puerto México y desemboca en el Circuito Interior (Boulevard Aeropuerto), tiene una longitud de 600 m. y 3 carriles de circulación; da salida al tránsito de vehículos del Aeropuerto Internacional hacia el Centro y Sur de la Ciudad de México.

Entronque Eje Vial 1 Norte (Av. Hangares) — Río Churubusco.

Este entronque, con la Av. Churubusco, consiste en 2 pasos deprimidos paralelos a ésta, para dar paso a la vialidad a la Av. Zaragoza y viceversa, con lo que el Eje 1 Norte se prolonga hasta la calle 2 de la Colonia Pantitlán en los límites con el Estado de México.

Estacionamiento Etiopía.

En el Eje 1 Poniente (Av. Cuauhtémoc), Morena y Anaxágoras, cercano a la Estación Etiopía de la Línea 3 del Metro, se localiza el edificio para estacionamiento con capacidad para 625 automóviles.

Cuanta con una planta destinada a comercios y accesos, 5 plantas tipo, para estacionamiento de vehículos.



Avances tecnológicos

- 10.1. APLICACION EN EL AREA DE INGENIERIA CIVIL
- 10.2. APLICACION EN EL AREA DE INGENIERIA ELECTROMECANICA

En el presente capítulo se describen en forma resumida, los principales avances tecnológicos en las áreas de Ingeniería Civil y Electromecánica. Así como las mejoras, realizaciones e integración de los equipos empleados en la Segunda y Tercera Etapas de la construcción del Metro, en comparación con la Primera.

Es importante destacar que, el área de Ingeniería Civil, la tecnología empleada para el diseño y construcción de las obras es, como se ha manifestado en múltiples ocasiones, mexicana en todos sus aspectos. En lo referente al área de Ingeniería Electromecánica, la participación de la asesoría extranjera, se ha disminuido considerablemente.

APLICACIONES EN EL AREA DE INGENIERIA CIVIL

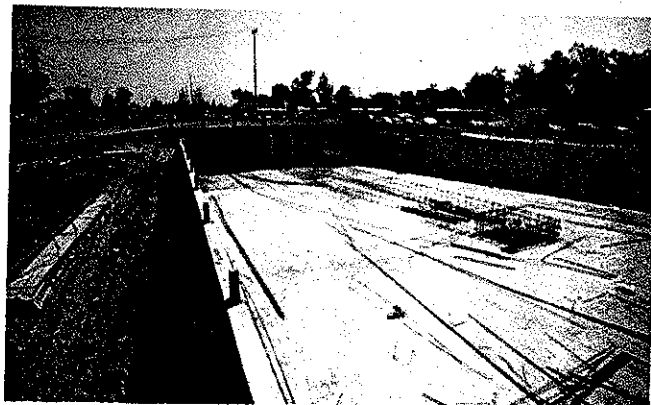
Cruce abajo de cajones con vialidad y Metro con la utilización de productos químicos.

Con objeto de cruzar cajones de vialidades importantes y en algunos casos, los cajones del Metro en funcionamiento, se inyectaron productos químicos en el suelo para consolidarlo y estabilizarlo, excavando posteriormente la estructura del Metro.

Este sistema se utilizó por ejemplo, en el cruce del cajón de Metro de la Línea 3 Sur con el Viaducto Miguel Alemán, sin la interrupción del tránsito de vehículos que de no haberse empleado este procedimiento, se hubiera tenido que cerrar la circulación de una de las más importantes vialidades oriente-poniente con que cuenta la Ciudad de México.

Estudio de movimientos en zonas de transición de suelos blandos a roca y en transición de cajón subterráneo a superficial.

En las zonas donde el Metro tuvo que pasar de suelos arcillosos blandos a rocas, se realizó un estudio de los hundimientos regionales a largo plazo, con objeto de lograr los mínimos movimientos diferenciales en la estructura del Metro. Dicho estudio fue necesario realizarlo en zonas donde la estructura del Metro pasó de tramos elevados a superficiales y subterráneos.



De no haberse realizado a fondo este estudio, indudablemente el Metro y algunos puentes para vialidad tendrían cambios bruscos en la superficie de rodamiento afectando fuertemente la operación de los carros del Metro y el funcionamiento de la vialidad, como sucede en la mayoría de los puentes viales que actualmente existen en la ciudad.

Muros transversales para formar celdas y delimitar áreas de excavación.

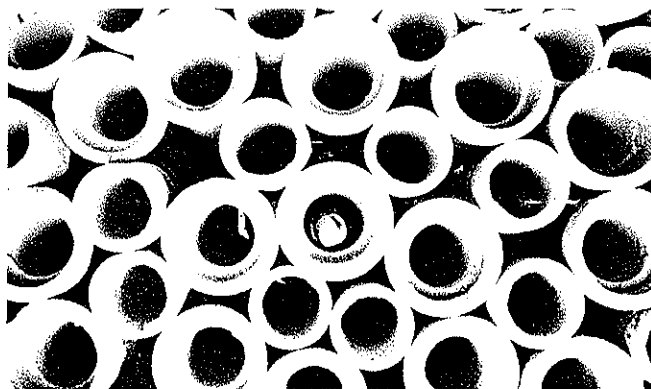
En zonas de terreno blando donde fue necesario construir cajones bien sea de vialidad o de Metro, a profundidades del orden de 10.0 m se estudió una reducción en las áreas de excavación por medio de muros transversales de concreto colados en sitio con objeto de reducir cualquier posibilidad de falla durante la excavación.

Esto permitió construir obras importantes con factores de seguridad razonables, y al mismo tiempo se lograron reducciones de tiempo considerables. Ejemplo del empleo de este procedimiento fue la construcción del paso a desnivel del Eje 1 Norte, para cruzar el Boulevard Puerto Aéreo en las inmediaciones del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.



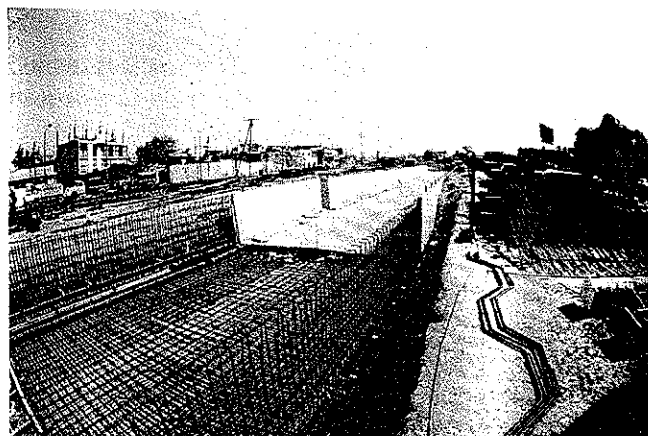
Rellenos aligerados con tubos de drenaje para construcción de terraplenes.

Para la construcción de los terraplenes de algunos puentes de vialidad y Metro en zonas de terrenos muy comprensibles, se estudió la alternativa de utilizar tubos de drenaje como parte del relleno, con objeto de aligerar la carga actuante sobre el terreno. Esto permitió construir algunas vialidades con mayor rapidez y menor costo, sin tener cambios bruscos a lo largo, beneficiando a los usuarios de avenidas importantes. Ejemplo de esto lo constituye el cruce de algunas Avenidas como Gran Canal, Misterios, etc., con el Circuito Interior.



Uso de una losa de concreto como pavimento rígido para apoyo del Metro.

Debido a los problemas de hundimientos diferentes que se presentan con regularidad, en la Línea 2 sobre la Calzada de Tlalpan actualmente en operación, que ocasiona problemas en el equipo rodante; ya que hay brinco bruscos sobre la vía que requiere, para suavizarlos, de renivelación de la misma en forma periódica, afectando también considerablemente los costos de mantenimiento, se diseñó una losa de fondo de concreto reforzado como un pavimento elástico rígido y como cimentación compensada, considerando diferentes condiciones de calidad de soporte del suelo de apoyo, con objeto de uniformizar y reducir los hundimientos, logrando de esta manera, que la vía tenga una continuidad adecuada y minimizando los movimientos. Esto se ha aplicado en todos los tramos superficiales de la Línea 5.

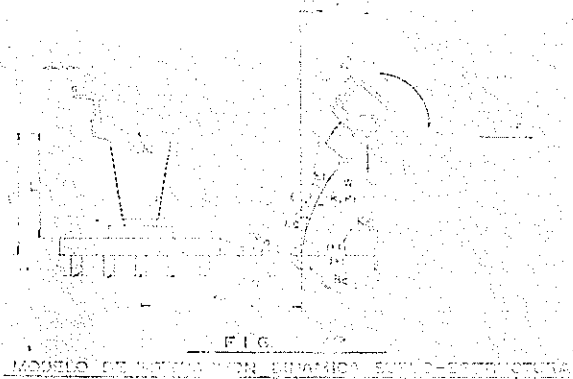


Diseño de la Estructura del Metro Elevado mediante un modelo de interacción suelo-estructura.

Se estudió un modelo de interacción suelo-estructura que representa al suelo por barras y resortes de una rigidez equivalente, a partir del cual se diseñaron por sismo, las pilas de apoyo,

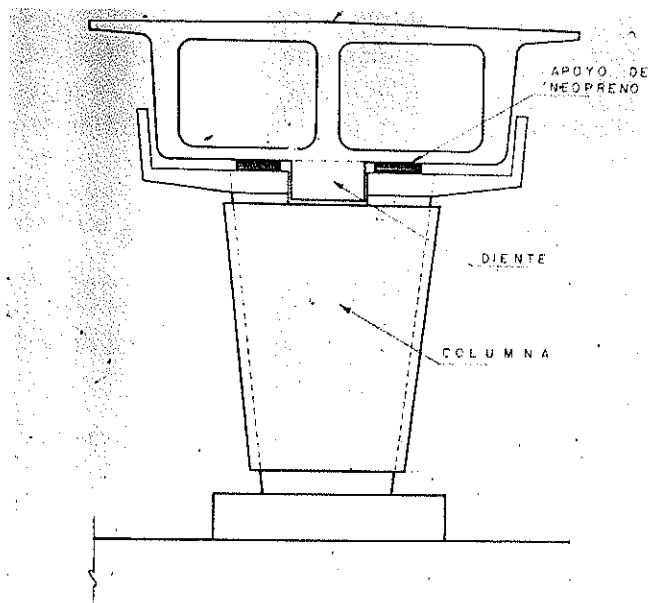
A partir de este modelo, se logró reducir la cantidad de acero de refuerzo en cada una de las columnas y de las losas de cimentación de los apoyos, en relación con los diseños obtenidos por los métodos tradicionales, lo que significó un ahorro en toda la Línea, debido al número de apoyos.

Este estudio es la base para la adecuación del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, ya que se demuestra la conveniencia de tomar en cuenta los resultados del empleo de este modelo en estructuras de similar importancia.



Apoyos de neopreno.

Se realizó un estudio detallado de los apoyos de neopreno que soportan las trabes tanto de la estructura elevada como de otros puentes viales; tolerando mayores esfuerzos a los comúnmente aceptados por los reglamentos, verificando su comportamiento a través de pruebas de laboratorio a escala natural, que requirió el diseño y fabricación de un marco de carga especial, realizado por técnicos mexicanos.



Asimismo, debido al número de capas de acero y neopreno que se requieren para conformar estos apoyos, se mejoró notablemente la calidad en el proceso de fabricación; dando como resultado apoyos con buenas características mecánicas, que se reflejan en el buen funcionamiento, a corto y largo plazo de las estructuras de concreto no solamente del Metro, sino de cualquier otro tipo de puente.

Túnel de viento para las estaciones.

Se estudió un modelo para simular las presiones de viento provocadas por el paso del Metro en las Estaciones, a fin de definir los efectos que este fenómeno induce en las estructuras. Mediante este modelo, se logró optimizar las condiciones de ventilación de las estaciones.

En base a los resultados obtenidos de este modelo, se logró conjuntar un proyecto integral, dando características aerodinámicas a las Estaciones, que condujo a reducir las fricciones de viento y las turbulencias que el paso del convoy induce en las Estaciones. Se mejoraron así las condiciones de ventilación y temperatura a las zonas de los andenes, dando con esto un mayor confort a los usuarios.

Estudio de las propiedades de los Concretos fabricados en la Cd. de México.

Se realizó un estudio detallado de los concretos de la Ciudad de México y su influencia en el comportamiento de todo tipo de estructuras y en especial en el de las trabes preesforzadas de la estructura elevada, tomando en cuenta su influencia en las edades del tensado, mejorando el procedimiento constructivo.

Dicho estudio permitió reducir el período de la 1a. etapa de tensado de las trabes, así como el período de ocupación de las cimbras, logrando con esto un ahorro en el uso de las mismas y un aumento en la velocidad de construcción de los tramos.

Debido a la profundidad del análisis, se han conocido con detalle las características y parámetros de diseño reales de los concretos, elaborados con los agregados que existen en los alrededores de la ciudad; por lo que su aplicación puede hacerse extensiva a cualquier tipo de estructura de concreto reforzado que se diseñe y construya en el área metropolitana. Asimismo, el estudio es la base para la modificación del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y su amplia difusión será de beneficio para todos los ingenieros y arquitectos que construyan obras en nuestra gran Metrópoli.



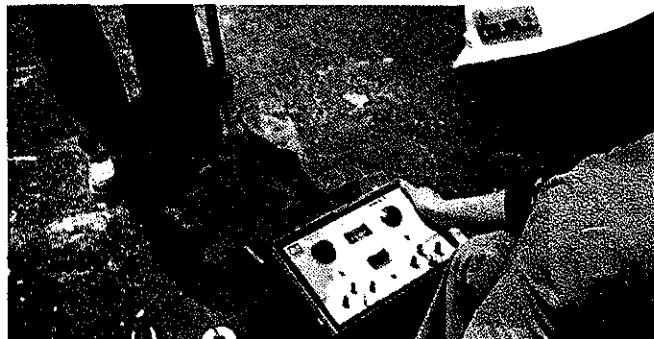
Diseño de túneles no circulares de gran diámetro y uniones de dos o más túneles.

Se procedió al diseño de los túneles en suelos, de sección no circular, superficiales y de gran diámetro, así como al diseño de las uniones o intersecciones de dos o más túneles, que por primera vez se construyen en áreas urbanas.



Estas obras permiten que durante su ejecución no se afecte la circulación de vehículos en avenidas importantes de la vialidad existente que ya actualmente están congestionadas, con el consiguiente beneficio social a los habitantes.

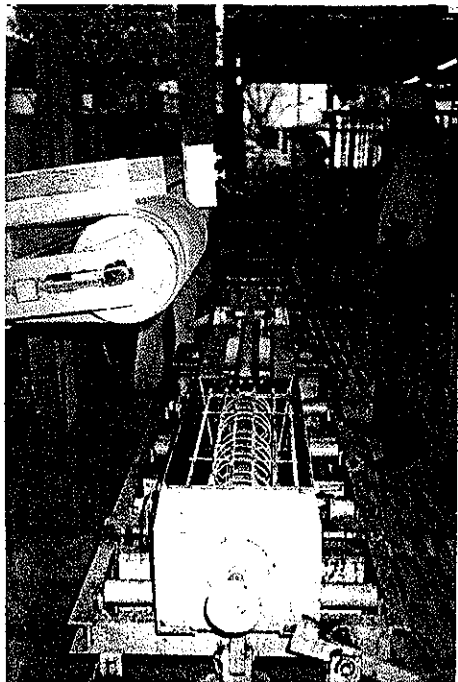
Avances en el diseño de instrumentos para geotecnia y en la instrumentación de las excavaciones profundas. Debido a la construcción del Metro en los tramos subterráneos y de túneles, se ha adquirido la experiencia suficiente para mejorar el diseño y la fabricación de instrumentos geotécnicos para medir esfuerzos, deformaciones y, en general, todos los parámetros de los suelos.



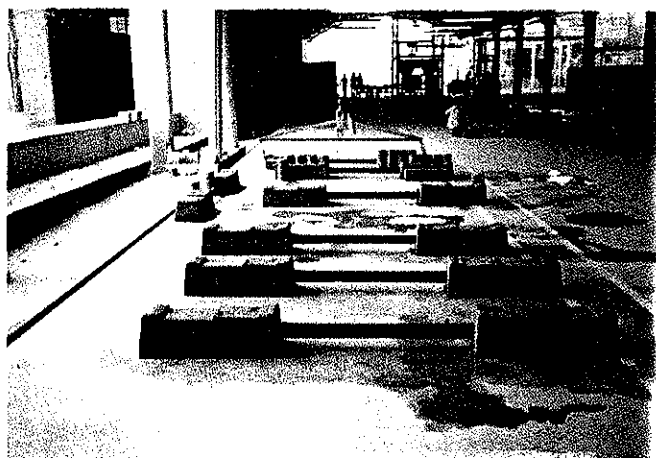
Asimismo se ha llevado a cabo un control estricto del comportamiento de las excavaciones profundas, instalando instrumentos que han permitido a los técnicos mexicanos corregir el funcionamiento real de las excavaciones así como analizar y revisar sus propios diseños, con objeto de lograr, en cada caso, las estructuras más económicas y seguras posibles.

Durmientes de Concreto.

Se realizó un estudio sobre la factibilidad de diseñar y fabricar durmientes de concreto en México, con objeto de no depender de las importaciones de madera africana que se utilizó durante la primera etapa de construcción del Metro. Se tomó la decisión de fabricarlos, logrando magníficos resultados, ya que también la sustitución del concreto por la madera representa beneficios económicos a largo plazo por tener una vida económica mayor. En la actualidad, se tiene ya la producción en serie de los durmientes de concreto tipo "O" (los que no soportan el aislador), por una empresa mexicana, y se han instalado un gran número de ellos a lo largo de las líneas actuales. Asimismo se cuenta con el diseño del durmiente "S" (el que soporta el aislador) totalmente terminado y realizado, por técnicos mexicanos.



Los primeros durmientes de este tipo, no mostraron ningún problema al ser sometidos a las pruebas más estrictas de laboratorio, según las normas y especificaciones más rígidas que se aplican actualmente en el extranjero. Estas pruebas fueron realizadas simultáneamente en el laboratorio de los ferrocarriles franceses cerca de París, y en los laboratorios del Instituto de Ingeniería de la Universidad de México, por lo que se decidió instalarlos en un tramo de la Línea 2 en las cercanías de la Estación Taxqueña en operación. Su fabricación en serie se iniciará en breve, tomando como base las experiencias de los ya instalados.



Diseño de Modelos matemáticos y probabilísticos para el estudio del Transporte.

Estos modelos se diseñaron con objeto de determinar la demanda de transporte en las diferentes zonas de la ciudad y establecer el conjunto de facilidades que habrán de satisfacerla.

El uso de estos modelos proporciona una herramienta valiosa para la toma de decisiones y arroja resultados concisos para una coordinación entre el Metro y todos los tipos de transporte de superficie que existen actualmente, integrando a los habitantes de los suburbios con los principales centros de trabajo, comerciales, de diversión, etc. Asimismo fija un criterio racional para definir las prioridades en la construcción de las nuevas líneas del Metro y de corredores viales preferenciales, según las premisas marcadas en el Plan Rector de Vialidad y Transporte Urbano del Distrito Federal.

APLICACIONES EN EL AREA DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA

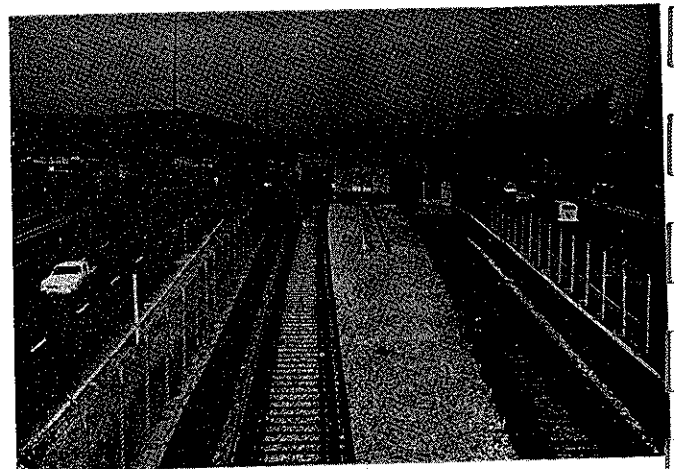
Operación.

En la especialidad de operación, los proyectos se encuentran terminados en su totalidad, éstos fueron realizados por técnicos franceses con participación de técnicos mexicanos.

Como adelantos técnicos aportados por mexicanos, se tienen nuevas estaciones que permiten mejor flujo del usuario y mayor comodidad, por su amplitud y distribución. Se han diseñado zonas de maniobras más versátiles y flexibles que facilitan la operación en caso de accidentes. El diseño de las Estaciones terminales definitivas, tienen como base dos andenes amplios y tres vías. En las Estaciones, debido a la gran cantidad de instalaciones que se requieren, tales como: alarmas, voice, telecomunicaciones, etc., las cuales deben ubicarse en el local del jefe de Estación y en las taquillas, se consideró la conveniencia de centralizar todo el mando y control de dichas instalaciones, con el fin de facilitar su operación y mantenimiento; esto se materializa con el diseño de un módulo de telecomunicaciones que se integra tanto a los locales del jefe de Estación como a las taquillas.

Los instructivos de operación, para la Línea 3, así como los de la primera etapa de construcción, fueron realizados por técnicos franceses. Los correspondientes a todas las demás Líneas ya son realizados por técnicos mexicanos sin asesoría francesa.

Actualmente se realizan estudios por técnicos mexicanos para la elaboración de métodos operativos por computadora, que sirven de base para la elaboración de los proyectos de todas las especialidades.

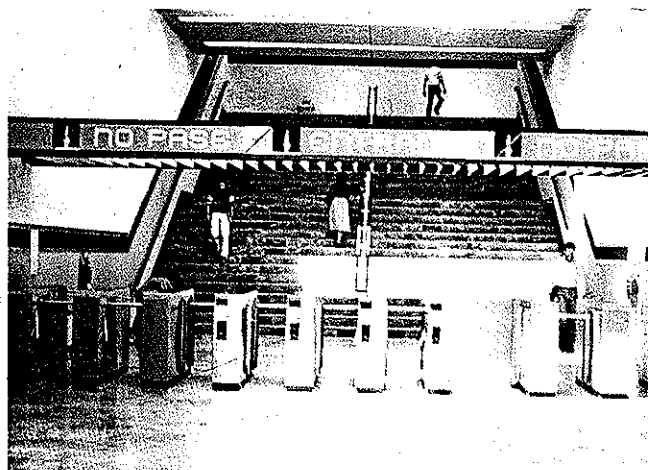


Peaje Automático.

En este campo, los proyectos de la segunda y tercera etapa, se encuentran totalmente terminados, siendo de origen canadiense los de la Línea 3 y francesa los restantes.

Los adelantos técnicos realizados en esta área, corresponden al empleo de equipos electrónicos que operan con microprocesadores y son capaces de procesar gran cantidad de información, lo que facilita la integración de diferentes tipos de tarifas, dando con esto gran flexibilidad en su operación. Con esto, será posible el uso del llamado "Boleto Multimodal" con lo que el usuario del sistema de transporte colectivo, que tenga necesidad de usar diferentes sistemas como Metro, Autobuses, etc., se verá beneficiado.

Los gabinetes de estos nuevos torniquetes, son fabricados completamente en México, lo que se considera el primer paso para la Integración Nacional.



Escaleras Mecánicas.

De acuerdo a la infraestructura de las Líneas y Estaciones de la segunda y tercera etapas, en las cuales se tienen desniveles importantes de las Estaciones con respecto a la calle, como de la Línea 4 elevada (más de 7 m), como de la Línea 7 en túnel profundo (más de 20 m), fue necesario considerar el uso de equipos electromecánicos para la transportación de usuarios, a fin de facilitarles el acceso y hacer más confortable su estancia en el sistema.

Con esta decisión de emplear escaleras mecánicas y con la experiencia de la primera etapa, en lo que respecta a la instalación, operación y mantenimiento de las escaleras existentes, se vio la conveniencia de seleccionar un nuevo tipo de escaleras llamado "compacto" que tiene grandes ventajas con respecto a las anteriores. Estas ventajas son que no requieren un cuarto de máquinas especial con lo cual se disminuye considerablemente la obra civil de la Estación y además se facilita y se reduce tanto el mantenimiento como operación de estos equipos por sus propias características de diseño.

Vías

En la especialidad de vías, los proyectos de las Líneas 3 Norte y Sur, 4, 5, 6 y Talleres Ticomán, al igual que los de la primera etapa de construcción, fueron realizados por técnicos mexicanos con asesoría francesa; los de las Líneas 1, 2, 3 hasta Ciudad Universitaria, 5 Poniente y Talleres el Rosario, se elaboraron por técnicos mexicanos sin asesoría extranjera.

El material de vía instalado en la primera etapa de construcción, fue de importación. En la actualidad se está integrando la fabricación nacional de aisladores, tirafondos, planchuelas, blocks aislantes, zoclos y pernos Nelson, juntas de dilatación para pista, riel y barra guía, y durmientes de concreto.

La instalación de los equipos se ha realizado por técnicos mexicanos.

Dentro de los adelantos más significativos en esta área, se cuentan, en la vía superficial, el uso de barrenos ovalizados para permitir desplazamientos de 50 mm. de los pernos de sujeción de la barra guía, y aumentar a 126 m. en recta y 72 m. en curva el distanciamiento entre las juntas de dilatación, así como la introducción de juntas aislantes de riel y pista, por medio de planchuela de un material epoxy-fibra de vidrio.

Fijación directa de vía sobre una losa de concreto. Se estudió y diseñó el sistema de apoyo de las vías que descansan directamente sobre una losa de concreto, prescindiendo del balasto.

Este sistema es recomendable en zonas donde no existen suelos comprensibles, es decir, donde se esperan movimientos diferenciales pequeños y en donde sería muy complicado realizar una nivelación.

Actualmente en la Línea 6, se ha realizado un tramo de prueba y con las experiencias obtenidas, este sistema será aplicado en la Línea 7.

La clásica vía sobre balasto, difiere de este sistema, en que los perfiles metálicos de la vía, se sujetan directamente a la losa del túnel, por medio de unas anclas o tramos de varilla roscada, donde sirven de apoyo unas calzas y almohadillas aislantes, sujetándose finalmente los rieles por una grapa con forro aislante y una tuerca autofrenada.

La vía instalada sobre concreto, requiere una menor atención de mantenimiento que la vía sobre balasto, lo que se traduce en grandes beneficios, tanto en tiempo como en costo.



Señalización.

En esta disciplina, los proyectos de principio son realizados por técnicos franceses y los de definición de instalaciones por técnicos mexicanos.

En los adelantos técnicos, a nivel de estudio y realización, se efectuaron modificaciones con objeto de reforzar la seguridad y disponibilidad del sistema.

Los equipos instalados en la primera etapa, son de importación, a excepción de la soportería.

En la actualidad, los cables, cargadores, bancos de baterías, soportes y herrajes, son de fabricación nacional.

La instalación de los equipos se ha realizado por técnicos mexicanos con asesoría francesa.

En esta área, en la 2a. y 3a. etapas, se incluyeron en el proyecto, juntas de desbloqueo en las Estaciones, lo que permite el acceso de un tren a la Estación con una velocidad limitada, pero anticipándose a la liberación total del circuito de vía, de la Estación. Esto representa una mayor eficiencia en la operación de la Línea, al existir la posibilidad de reducir el intervalo entre trenes.



Pilotaje Automatico.

Con el fin de complementar el sistema de seguridad para la operación de los trenes en las líneas de la primera etapa, actualmente en operación, se hizo necesario para la segunda y tercera etapas de construcción, revisar y actualizar los criterios y mecanismos para los sistemas de control.

Lo anterior dio como resultado una nueva técnica llamada "Pilotaje Automático", el cual consiste en un sistema electrónico que funciona en forma automática, a base de ondas electromagnéticas, que son generadas por las instalaciones fijas en la vía y en las Estaciones que son transmitidas por medio de un tapiz programa al material rodante. Este nuevo sistema sustituye al llamado "Paso Automático" que se instaló en la primera etapa, y proporciona mayor seguridad y confort, a los usuarios, ya que por sus características técnicas, asegura la marcha del tren, respetando las velocidades implantadas a lo largo de cada línea y evita el franqueamiento de señales de alto. A este sistema se le ha incluido el control de apertura y cierre de puertas, y la regulación automática de toda la línea, en donde se siguen los programas previamente establecidos, dejando como función principal al conductor del tren, la supervisión del automatismo, que precisamente por esto, permite tener intervalos reducidos entre trenes, hasta de 90 segundos.



Los proyectos de este nuevo sistema, para la segunda y tercera etapas de construcción, se encuentran totalmente terminados, y su instalación se realiza por técnicos franceses con participación de técnicos mexicanos.

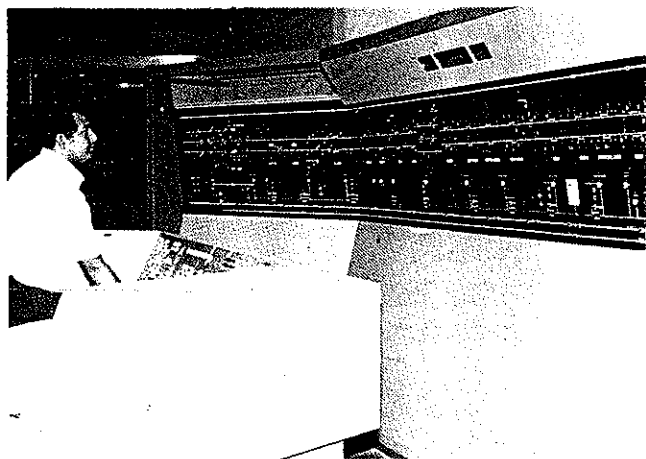
Mando Centralizado

En todos los equipos que integran el Mando Centralizado, se han realizado importantes avances tecnológicos.

En la lógica de tracción se implementaron relevadores de seguridad, y con lo que respecta al tránsito se introdujeron relevadores sellados para evitar la presencia de polvo que provocaba falsos contactos.

Con la implementación de diodos luminiscentes, en lugar de las lámparas de control, se modificó favorablemente los talleres de Control Optico.

A los pupitres de Mando y Control se integraron nuevos sistemas que van ligados directamente a la regulación de los trenes.



En lo que se refiere a los sistemas de teletransmisión se implementaron relevadores para separación galvánica en cada una de las informaciones a transmitir con lo que se implantó una teletransmisión más segura.

Con la reagrupación, en una caja, de todos los elementos de control al final del andén, se facilitó el visual a los conductores, y su mantenimiento aún en horas de operación del equipo de señalamiento e túnel.

Al hacer independiente la alimentación de los ruptores de seguridad y hacerlos balanceados, se mejoró notablemente el funcionamiento de estos equipos.

Un importante adelanto se logró al utilizar dos computadoras de control independientes en cada Línea en lugar de dos para el sistema completo de cada línea.

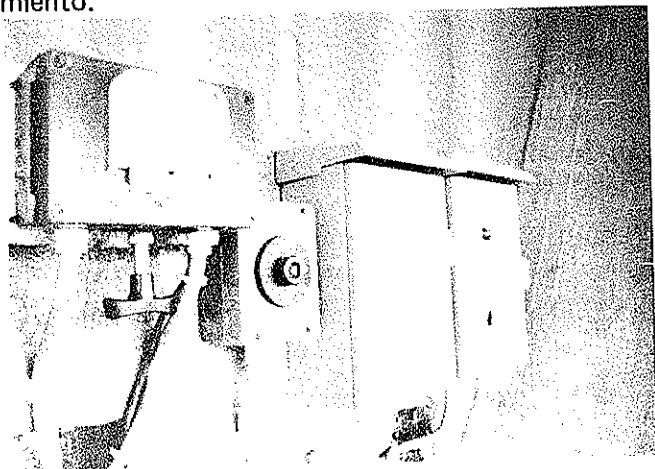
Para facilitar el mantenimiento de los cables de todos los equipos, se implementó un código de colores en el forro externo y se fabricaron en material anti-flama con un mínimo de sustancias tóxicas.

Los equipos que integran el mando centralizado son provenientes del extranjero y su instalación la realizan técnicos mexicanos.

Telecomunicaciones.

En la actualidad todos los proyectos de esta disciplina son realizados por técnicos mexicanos. En la primera etapa se hicieron por franceses.

Dentro de los adelantos más importantes destacan la transmisión por Pulso Code Modulation (P C M) para los teléfonos automáticos, con lo que será posible dar servicio a nueve mil extensiones, que son las que se requieren para todas las Líneas del Plan Maestro. También se ha logrado mejorar equipos de esta área, efectuando las conmutaciones por elementos al estado sólido a través de relevadores tipo REED, en casi todos los casos. Asimismo se ha optimizado el servicio de telecomunicaciones con la instalación, únicamente, de baterías de Niquel-Cadmio, para alimentación en auxilio de los equipos de seguridad, ahorrando a su vez muchas horas hombre en su mantenimiento.



Material Rodante.

El material rodante usa el sistema de rodamiento sobre neumáticos cuyas principales ventajas son su marcha silenciosa y alta adherencia, lo que se traduce en mayores grados de aceleración a la tracción al frenado. El primer lote de carros (537) fue adquirido en Francia.

En México fueron contruidos 345 carros tipo NM-73 incorporando algunas mejoras técnicas para aumentar su confiabilidad y seguridad operativas, y disminuir las fallas de los carros franceses.

Hoy en día se están fabricando, por la Constructora Nacional de Carros de Ferrocarril (CNCF), carros tipo NM-79 que incluyen las mejoras hechas al carro NM-73 y algunas otras que la operación muy particular del Metro de la Ciudad de México exigía y que los avances tecnológicos permitieron. Es importante señalar que en la fabricación de estos trenes se ha logrado un nivel de integración nacional de cerca del 70%.

Dentro de las mejoras que fueron diseñadas y realizadas en México, por Ingenieros y Técnicos mexicanos, se destacan las siguientes:

Control de motores de tracción.

Los carros NM-79 incorporan un sistema de control electrónico, con el que se obtienen ventajas en el mantenimiento; también se lograron ahorros apreciables de energía eléctrica.

Ventilación.

Se rediseñó completamente el sistema de ventilación de pasajeros para aumentar el volumen de flujo de aire y, en consecuencia, el confort del público usuario.

Asientos.

Se cambió la posición de los asientos para mejorar la distribución y el flujo de pasajeros dentro del carro.

Los cojines de los asientos se cambiaron por asientos de fibra de vidrio, para facilitar el mantenimiento.



Convertidor estático.

Se substituyó el antiguo grupo Moto-Generador que alimenta al sistema de iluminación, carga de batería y auxiliares, por un convertidor eléctrico para reducir el mantenimiento de estos equipos.

Pisos.

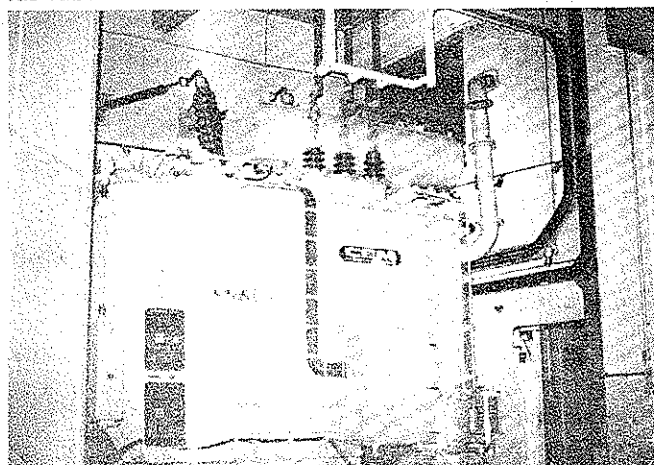
Para mejorar la estanqueidad de los pisos se substituyeron las losetas asfálticas por una capa vinílica corrida, hicieron varios arreglos para mejorar el drenado del agua y evitar la oxidación consecuente de la estructura.

Además de las inovaciones ya descritas se realizaron 90 mejoras menores en los equipos, materiales y en la concepción de los circuitos eléctricos.

Alta tensión.

En la especialidad de alta tensión, los proyectos elaborados en la primera etapa de construcción, fueron realizados por técnicos mexicanos con asesoría francesa, los proyectos actuales se han elaborado por técnicos mexicanos sin la asesoría extranjera.

Los adelantos técnicos han sido el cambio de cables trifásicos utilizados en la primera etapa de construcción, por cables monofásicos de papel y plomo impregnado con aceite mineral normal, con el fin de reducir el índice de fallas en los mismos y utilizar las fabricaciones nacionales.

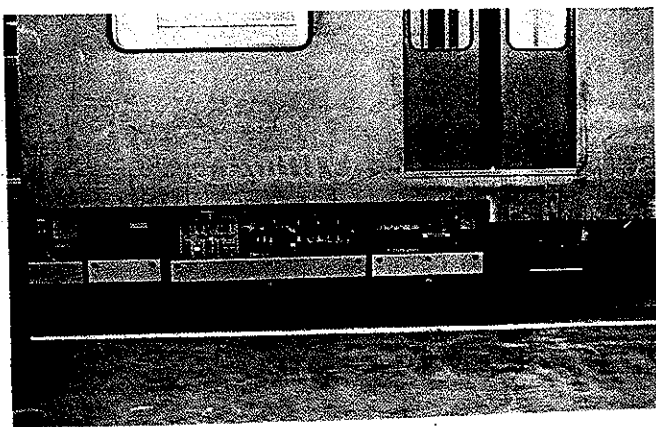


La instalación de los cables la realizan técnicos mexicanos sin asesoría francesa.

Subestaciones de rectificación.

En la especialidad de subestaciones de rectificación, los proyectos de la primera etapa de construcción fueron realizados por técnicos franceses; los correspondientes a la 2a. etapa se realizaron por técnicos mexicanos con asesoría francesa. Los de la 3a. etapa son realizados por técnicos mexicanos, ya sin la asesoría francesa.

Los equipos instalados en la primera etapa son de importación a excepción de los ventiladores. En esta etapa, los gabinetes de Alta Tensión, los transformadores y ventiladores, son de fabricación nacional.



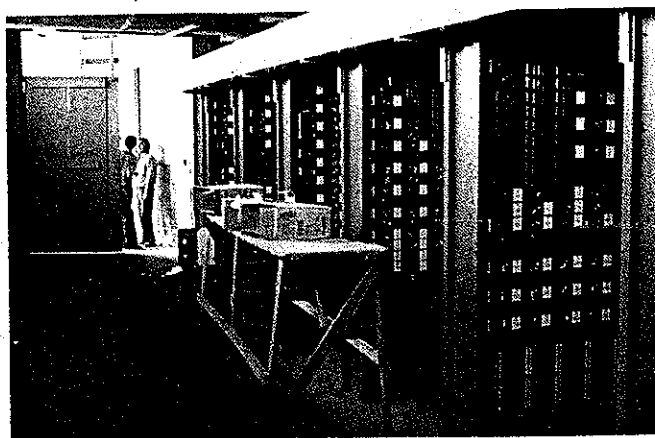
En la fabricación de estos equipos, se ha logrado un nivel de integración nacional de cerca del 45 %.

La instalación de los equipos se ha realizado por técnicos mexicanos con asesoría francesa.

Corrientes de tracción.

En la especialidad de corriente de tracción, la tecnología es francesa; habiendo realizado los proyectos de las Líneas 3 Norte y Sur, 4, 5 y 6 por técnicos mexicanos con asesoría francesa y los de las Líneas 1, 2 y 5 Poniente y 3 a Universidad, en su totalidad por técnicos mexicanos. En la primera etapa de construcción, todos los proyectos fueron realizados por técnicos franceses.

Tocante a los adelantos técnicos, se ha mejorado el aspecto de seguridad, y la instalación de los equipos se efectúa por técnicos mexicanos.



Los cables para este sistema que trabaja con 750 volts, son de fabricación nacional.

Baja tensión.

En la especialidad de baja tensión, los proyectos de la primera etapa de construcción fueron realizados por mexicanos con asesoría francesa. Actualmente todos los proyectos elaborados en esta etapa son realizados por técnicos mexicanos sin la asesoría extranjera.

En la 2a. y 3a. etapas de construcción, se han sustituido los equipos de las subestaciones de alumbrado y fuerza, tableros de distribución, parte de los cables de alta tensión y equipos de alumbrado de emergencia, que en la primera etapa eran de importación por equipos de fabricación nacional.

En cuanto a mejoras que se han hecho en estas etapas, se ha aumentado la confiabilidad de los equipos con diseño versátil que permite asegurar el suministro de energía eléctrica en la red. Dicha alimentación es suministrada en los extremos de las Líneas por la Compañía de Luz directamente, sin estar centralizada en un puesto de distribución, como se realizó en la primera etapa de construcción.

Ventilación.

En esta disciplina todos los proyectos para la 2a. y 3a. etapas, están en su totalidad terminados y fueron realizados por técnicos mexicanos.

Los avances tecnológicos realizados, tienden a dar mayor confort a los usuarios del Metro. En lo referente a las Estaciones semiprofundas como las de "Etiopía", "División del Norte" en la Línea 3; "Hangares" y "Terminal Aerea" en la Línea 5, se procuró que tuvieran una ventilación natural, construyendo exclusivamente en la superficie, plazas o áreas libres. En los casos donde no fue posible lo anterior, se duplicó la capacidad de los extractores. Asimismo, se eliminaron las tradicionales rejillas de ventilación contiguas a las estaciones, con objeto de aminorar el efecto del calor producido por el pistón, al frenar los carros en las cercanías a las propias estaciones.

En lo referente al túnel profundo, se realizó el proyecto, considerando equipos reversibles (es decir, que pueden trabajar como inyectores, o como extractores, de acuerdo a las necesidades) a la mitad de las estaciones, con objeto de tomar previsiones en caso de un incendio. Asimismo, se colocaron en las estaciones, equipos de extracción y de inyección, que también pueden actuar en forma reversible.

Sistema de protección contra incendios.

Considerando las instalaciones existentes en las líneas de la primera etapa y las características de las nuevas líneas en la segunda y tercera etapa, se revisaron los criterios relativos al sistema de protección contra incendio. Estos estudios dieron como resultado un sistema de protección llamado "Puntual" debido a que integra, a lo largo de todas las líneas, en esta forma una serie de elementos de seguridad que permiten la acción inmediata en el caso de un siniestro.

El sistema está constituido en cada punto, dispuesto para ello de un hidrante, alimentado por dos tuberías, una húmeda, conectada a la red municipal de agua potable y otra seca, conectada a una toma siamesa que está ubicada en el exterior del túnel disponible para ser utilizada por el cuerpo de bomberos de la ciudad, adicionalmente se tiene un teléfono directo de la red conectada al puesto central de control, extintores y un sistema electromecánico, que asegura el funcionamiento del hidrante, únicamente cuando no exista tensión en las barras guía.

Este sistema se complementa con el de ventilación en tramos y estaciones, para funcionar como uno sólo en caso necesario.

Sistema de extracción de agua de Estaciones.

Tomando en cuenta los problemas de mantenimiento y operación de los equipos de bombeo instalados en los cárcamos ubicados en las estaciones durante la primera etapa, para el diseño de los cárcamos en la segunda y tercera etapas, se consideraron las ventajas de los nuevos equipos existentes en el mercado, los cuales proporcionarían el mismo servicio que los anteriores, pero con menos requerimientos de obra civil para su instalación y funcionamiento, así como una mayor facilidad de operación y mantenimiento.

Bajo estas condiciones se decidió cambiar las características del equipo de bombeo tipo centrífugo horizontal, especificado anteriormente, por bombas de tipo sumergible, con lo que se elimina la necesidad de un cárcamo seco.

Panorama actual y seguimiento del plan rector

11.1 EL TRANSPORTE EN 1976 EN EL DISTRITO FEDERAL

11.2 EL TRANSPORTE EN 1982 EN EL DISTRITO FEDERAL

11.3 IMPORTANCIA DEL SEGUIMIENTO DEL PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE

11.4 ALTERNATIVAS DE LA CUARTA ETAPA DE AMPLIACION DEL METRO

11.5 CAPACITACION TECNICA



EL TRANSPORTE EN 1976 EN EL DISTRITO FEDERAL

En 1976 la Ciudad de México tenía una población aproximada de nueve millones de habitantes alojados en una área urbana de 540 Km². El incremento demográfico de alrededor de 3.4% hacía insuficientes los esfuerzos de las autoridades para satisfacer las demandas de la población, entre ellas, la vialidad y los servicios de transporte.

La estructura vial estaba constituida por una serie de obras inconclusas, como son un Anillo Periférico, un Circuito Interior y una red de avenidas principales y calles secundarias faltas de continuidad e inoperantes.

Los Viaductos Miguel Alemán y Tlalpan, así como las radiales San Joaquín y Aquiles Serdán, eran a todas luces insuficientes para satisfacer los deseos de traslado, debido a las pocas alternativas de comunicación ya que una gran parte de las personas tenían que circular por el área central de la ciudad a pesar de no ser su destino. En efecto, en el Oriente y el Poniente del área urbana no existían arterias que cruzaran la ciudad y la comunicación Norte-Sur se apoyaba prácticamente en las Avenidas Insurgentes y Tlalpan.

En cuanto a los sistemas de transporte, el peso del servicio recaía en los autobuses y los automóviles particulares, ya que las obras del Metro no se habían proseguido y el sistema continuaba operando con 65 trenes en una red de sólo 41.5 Km. de longitud y que transportaba 1 millón 300 mil pasajeros diariamente. El número de pasajeros transportados se incrementó con una tasa promedio del 11% anual.

Eran notorios y continuos los congestionamientos de tránsito y los problemas de limpieza y malestar al vecindario, que ocasionaban en la zona central de la ciudad, las terminales de autobuses suburbanos y foráneos existentes que no habían encontrado acomodo en las terminales en el Norte y Sur de la ciudad. A ello se agregaban los problemas provocados por las terminales de los autobuses urbanos y de carga.

En términos generales el panorama que existía en 1976 era el siguiente:

Alrededor de los 18 millones de viajes por día (VPD) que se generaban: los autobuses participaban con el 50% los taxis con 13%; el Metro con 11.8%; y los trolebuses y tranvías con 3.3% para hacer un total de 78% de los transportes colectivos; el 21.5% restante lo absorbían los transportes individuales.

EL TRANSPORTE EN 1982 EN EL DISTRITO FEDERAL

Como respuesta a los problemas anteriores, la presente administración inició un ambicioso programa de planeación y realización con miras a contrarrestar el rezago que se tenía en cuanto a obras viales y sistemas de transporte. Por esta razón y apoyados en la políticas fijadas en el Plan Director de Desarrollo Urbano del Distrito Federal. Se formuló el Plan Rectador de Vialidad y Transporte que esta integrado por los planes de Vialidad, Metro, Transporte de Superficie y Estacionamiento.

Panorama actual y seguimiento del plan rector

De acuerdo con las necesidades descritas en el Plan, se concibió un sistema de 34 ejes viales cuya red total alcanza 533 Km. de los cuales fue posible construir 252 Km. en la presente Administración. Este ramaje de comunicación ortogonal de Norte a Sur y de Oriente a Poniente ha permitido cruzar la ciudad, prácticamente, sin tener que pasar necesariamente por el centro de la ciudad. Conviene señalar que por primera vez, en México, se implantaron los carriles preferenciales para la circulación de autobuses y trolebuses; dichos ejes han favorecido al transporte colectivo, principalmente los que operan a contra flujo.

De manera complementaria, la optimización del sistema vial se logrará con el funcionamiento de los 927 cruceros semaforizados, que se manejarán por medio de una computadora central junto con los 927 controles locales.

Actualmente ya se han implantado 729 cruceros y 712 de los mencionados controles. El sistema ya instalado, permite la retroalimentación y el ajuste automático de los programas de acuerdo con las condiciones de tránsito.

Como complemento de esta acción, los ejes viales y la adecuación de otras arterias paralelas de primer orden, se implantó un sistema de autobuses que está operando 60 rutas ortogonales que cruzan la ciudad del Norte a Sur y de Oriente a Poniente. A su vez, dichas rutas son alimentadas con 47 rutas externas denominadas SARO (Servicios Alimentadores de la Red Ortogonal).

Este sistema está en operación después de la decisión del Gobierno del Distrito Federal para decretar la municipalización del transporte urbano de superficie el 25 de Septiembre de 1981, apoyándose para esa decisión en la mala administración que existía por parte de los permisionarios de autobuses, que se reflejaba en las pésimas condiciones físicas y mecánicas de las unidades. Aunado a lo anterior, existían más de 500 rutas, que para cumplirlas, realizaban recorrido sinuosos y complicados, ocasionando un mal servicio a los usuarios, pérdida de tiempo, agotamiento y malestar.

Otra acción tendiente a satisfacer la necesidad de transportación de los habitantes consistió en la reanudación de las obras del Metro. A la fecha se han concluido y puesto en operación casi 80 Km. de red que incluyen las ampliaciones Norte y Sur de la Línea 3, desde los Indios Verdes hasta Tlatelolco y desde la estación Centro Médico hasta la estación Zapata respectivamente; la Línea 5, desde las inmediaciones del Instituto Politécnico Nacional hasta Pantitlán en las cercanías del Estado de México; la Línea 4 de San Juan de Aragón en el Norte, hasta Santa Anita en el Sur de la Ciudad.

Al finalizar la presente Administración, el Metro ofrecerá una capacidad para transportar hasta 5.5 millones de pasajeros en los días de máxima demanda. Los trolebuses y tranvías moverán a 1 millón de pasajeros; los autobuses de la Ruta 100 de los cuales se disponen de 4,000 unidades nuevas, y 6,000 que se compraron a la Alianza de Camioneros, (de las cuales 4,000 se han reconstruido) tal cantidad de unidades permitirá mover de 10 a 12 millones de pasajeros; los taxis, los colectivos (peseros), los automóviles particulares, transportarán alrededor de 2 millones de pasajeros al día. En suma, el total de personas que se movilizarán diariamente en la ciudad, será de 19 a 20 millones.

Tomando en cuenta las cifras anteriores, en 1982 todos los tipos de transporte colectivo atenderán alrededor del 84% de la demanda total de viajes, dejando sólo el 16% a los casi 2 millones de vehículos particulares.

Por lo que respecta al servicio de autobuses foráneos a la fecha están operando las 4 grandes terminales que han venido a desconcentrar los volúmenes de camiones que regularmente penetraban hasta el centro de la ciudad. Lo mismo puede decirse de los autobuses suburbanos, ya que se han construido instalaciones de transbordo con el Metro, en las estaciones periféricas.

Con relación a estacionamientos, se elaboró un programa, sin el cual no se apreciaría gran parte del esfuerzo ejecutado con la realización de las obras viales y del Metro. Una de las funciones principales de los estacionamientos es la de articular el transporte individual con los servicios colectivos, a través de la construcción de estacionamientos de transbordo, capaces de disminuir las zonas congestionadas. Dichas instalaciones se deben ubicar en la periferia, en los puntos cercanos a las terminales de las líneas del Transporte de superficie y en las estaciones del Metro.

Adicionalmente a lo anterior se considera que las calles en las que no circulan los medios colectivos, pueden destinarse al estacionamiento y a las maniobras de carga, es decir, se puede impulsar y organizar el espacio de la vía pública, aprovechándola también como estacionamiento.

Se estima que la ciudad requiere habilitar 60 mil cajones de estacionamiento como mínimo, para apoyar el adecuado funcionamiento del transporte colectivo. Al respecto, el Departamento del Distrito Federal, a través de mecanismos de coinversión con la iniciativa privada ha promovido y construido a la fecha cerca de 17 mil cajones y continúan las negociaciones para construir los restantes en los próximos dos años. Por su parte, el Metro ha habilitado en sus estaciones alrededor de 4,500 cajones de estacionamientos y se continúan construyendo otros 3,050 más que se pondrán en operación próximamente. Asimismo, COVITUR ha autorizado de 1978 a la fecha 133,499 cajones en edificios privados de estacionamiento que se han construido para satisfacer sus propias necesidades.

Finalmente, se han apoyado y llevado a cabo programas como: las campañas de prevención de accidentes de tránsito y de primeros auxilios, promociones de educación vial, actualización de normas y reglamentos y programas de control de la contaminación por ruido y gases; generados por los vehículos automotores. A su vez se han fijado horarios y zonas restringidas a la circulación de los vehículos de carga.

Todo lo anterior pone de manifiesto que, a pesar de las restricciones presupuestales originadas por la difícil situación económica por la que atraviesa el país los esfuerzos realizados en materia de vialidad y transporte han tenido resultados positivos en la realidad y ante una demanda en acelerado crecimiento. Pero quizás, el logro más importante de la presente Administración, sea el haber dejado las bases para las acciones futuras que deban realizarse para mejorar las condiciones de transportación del Distrito Federal teniendo como guía el Plan Rector de Vialidad y Transporte, verdadera "infraestructura" para la obra del gobierno, que deberá actualizarse periódica y sistemáticamente, de acuerdo a la evolución contemplada en el Plan Director de Desarrollo Urbano.

IMPORTANCIA DEL SEGUIMIENTO DEL PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE

Como ya se ha descrito, mediante la implementación del Plan Rector de Vialidad y Transporte del Distrito Federal se están dando respuestas a las necesidades de transportación de los habitantes de la Ciudad de México, tanto en lo que toca a la suficiencia, como a la calidad de los servicios.

Dentro del panorama que se estima, hacia el año 2000, el Plan Rector de Vialidad y Transporte seguirá promoviendo el uso de los transportes colectivos, así como el desaliento al uso de los vehículos particulares, siendo ésta su premisa fundamental. Para lo cual es necesario aumentar los 252 km. actuales de ejes viales, a 533 km.; ampliar la red de Metro hasta 414 km. con 882 trenes y elevar el número de autobuses urbanos, para satisfacer una demanda estimada de 35.6 millones de VPD. Estas metas habrán de alcanzarse progresivamente de acuerdo con la variación de la demanda, el crecimiento urbano y con los recursos disponibles.

Es precisamente, el ajuste de las necesidades de transportación con la oferta de los servicios, lo que hace necesaria la vigilancia, el control y el seguimiento de las acciones futuras. Por esta razón conviene instrumentar los procedimientos y mecanismos técnicos, económicos, jurídicos y político administrativos que den continuidad al Plan Rector de Vialidad y Transporte con el objeto de que cumpla con sus objetivos sociales y de congruencia con el desarrollo de la ciudad de México.

La continuidad y el seguimiento de las acciones de este Plan a mediano y largo plazos, se originan en los escenarios probables que se tendrán en los aspectos demográficos, usos del suelo, crecimiento económico y cambios en las actividades sociales que necesariamente influirán en la dinámica de la movilidad urbana.

En efecto, las propuestas del Plan se apoyan en el cumplimiento de las expectativas de incremento demográfico que suponen una población de 14.3 millones para el Distrito Federal al finalizar el presente siglo. No obstante dicha cantidad podría ser de 12.5 millones, tal como establece la alternativa baja del Plan Director de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, o bien de 17.3 millones como supone la alternativa alta del mismo. Es claro que cualquier variación del crecimiento demográfico tendrá que repercutir en la cantidad de viajes que se generen.

De la misma manera, el grado de cumplimiento de las políticas de desarrollo urbano que propician una mejor distribución de la población y de las actividades económicas mediante la creación de 9 centros urbanos, incidirá en las corrientes de viajes entre orígenes y destinos y éstas a su vez, en la modificación de los sistemas de transporte. Lo mismo podría decirse sobre las características de la expansión urbana, que demandarían la extensión, reducción o refuerzo de los servicios de transporte.

Como se aprecia, las metas del Plan Rector de Vialidad y Transporte deben ajustarse sistemáticamente para adecuarlas a la dinámica del cambio. De no ser así, se corre el riesgo de que dicho Plan resulte obsoleto e inoperante, inclusive a corto plazo.

Por otro lado, los planes de estacionamiento y de transporte de carga, si bien aportan políticas y estrategias acordes con la movilidad y con el desarrollo urbano, se considera que deberían continuar para derivar proyectos específicos y de detalle, necesarios para amarrar integralmente la solución del transporte, dentro de los cuales están la actualización de las normas y de los reglamentos tanto en materia vial, como de transporte y de estacionamiento.

Otro aspecto que merece atención concierne a la previsión del incremento que debe haber en el número de obras complementarias, como son las terminales paraderos, talleres, centrales de carga y de servicio, así como del aumento del equipo vehicular e inclusive de su fabricación o compra, con la finalidad de evitar futuros cuellos de botella.

De la misma manera habrá que actualizar sistemáticamente el Plan en cuanto a las corrientes futuras de viajes para apoyar estructuralmente el crecimiento urbano mediante una adecuada vialidad, que sea congruente, con los niveles de servicio aceptables para la circulación del tránsito.

Por lo anteriormente expuesto, es imprescindible dar continuidad al Plan Rector de Vialidad y Transporte del Distrito Federal y, consecuentemente, planear las etapas y la elaboración de los procedimientos más convenientes de supervisión y control de los avances, que permitan dar congruencia a las acciones de programación con las demandas de la población.

ALTERNATIVAS DE LA CUARTA ETAPA DE AMPLIACION DEL METRO

Tomando en cuenta los lineamientos fijados en el Plan Rector de Vialidad y Transporte y específicamente basados en el Plan Maestro del Metro, se han iniciado ya los estudios correspondientes para definir la cuarta etapa de la ampliación del Sistema de Transporte Colectivo "Metro".

Como en todos los análisis para el diseño e implementación de sistemas, los estudios sobre el transporte se desarrollan siguiendo una secuela particular, fijando objetivos claros y congruentes para formular alternativas de ruta. En esta etapa del proceso, los modelos matemáticos con ayuda de las computadoras, significan una herramienta muy valiosa.

La utilización de modelos matemáticos tiene como objetivo determinar la demanda del transporte en las diferentes zonas de la ciudad y así establecer soluciones, tomando en cuenta los medios y la infraestructura vial por la que se desplaza.

La determinación de la demanda se lleva a cabo siguiendo los siguientes lineamientos:

- 1).- Cuantificar la generación y la atracción de viajes de todas y cada una de las zonas en que se divide el área de estudio.
- 2).- Encontrar la distribución de los movimientos interzonales, de los viajes estimados en la primera etapa.
- 3).- Fijar las rutas por las cuales se moverán los viajes ya distribuidos.
- 4).- Seleccionar la mejor combinación de recursos con vistas a optimizar los resultados.

Los estudios para la selección de alternativas de ampliación de la red del Metro que se están utilizando, comprenden una batería de modelos entre los que se incluye un probabilístico, proporcionan una serie de variables de medición del comportamiento del transporte público, tales como los estudios de origen y destino, efectuados en el área metropolitana, la densidad de población que aumenta considerablemente y los requerimientos de transporte público son entre otros, factores determinantes. Los modelos de evaluación permiten valorar parámetros y obtener el beneficio y costo de las diferentes configuraciones en estudio, otorgando decisiones básicas para seleccionar las alternativas de ampliación de manera racional.

Bajo los lineamientos establecidos en el Plan Rector de Vialidad y Transporte de la Ciudad de México, para la cuarta etapa fueron considerados tres tipos de modelos matemáticos y uno probabilístico que responden respectivamente a las premisas mencionadas.

El primer modelo matemático fue para predecir la generación de viajes; el segundo la distribución de éstos y el tercero para asignar los viajes en la red de transporte. Como resultado de estos modelos matemáticos se obtuvieron varias configuraciones que no permiten, aplicándoles un procedimiento tradicional de evaluación, definir fundamentalmente la configuración que cumpla con los factores preponderantes.

El procedimiento del modelo matemático siguió los siguientes pasos:

- 1).- Definición de configuraciones.-En virtud de la captación y la factibilidad práctica de una serie de tramos o líneas nuevas, se diseñaron varias configuraciones de ampliación del Metro.

- 2).- Establecimiento del costo de la configuración, que debe incluir los costos de construcción y equipamiento de las líneas, talleres y puestos de control, y los costos de obra inducida forzadas durante la construcción (por ejemplo: desviación de colectores, modificación de troncales telefónicas, etc.)
- 3).- Obtención de los parámetros de calificación.
- 4).- Cálculo del beneficio de la configuración.
- 5).- Representación de la ubicación de la configuración en el sistema coordinado Costo-Beneficio.
- 6).- Los pasos (1) a (5) se repiten para las configuraciones deseadas.
- 7).- De la observación de la gráfica Costos-Beneficio es posible eliminar todas las configuraciones más costosas y que al mismo tiempo producen menos beneficios que otras.
- 8).- Eliminación de las configuraciones cuyo beneficio marginal es menor.

Los resultados ya obtenidos, han indicado, con precisión, la alternativa que presenta las mayores ventajas, es decir, la efectividad conjunta más alta, aún cuando las configuraciones de la 4a. etapa del Metro tienen características distintas en términos de longitud, en términos de tipo de Línea, subterránea, superficial y elevada, estas características se ven implícitas al establecer un costo asociado a cada una de ellas; de ahí la importancia en la toma de decisiones. Sin embargo, para tener un instrumento adicional que nos permitiera el tomar las decisiones correspondientes, se desarrolló un modelo probabilístico que permite evaluar las alternativas de configuración de la red del Sistema de Transporte Colectivo Metro, de tal manera que se definiera un orden jerárquico de acuerdo al grado o medida en que cada una de ellas satisface los objetivos del propio Plan de Vialidad y Transporte.

Este proceso de evaluación jerarquización cuantifica la efectividad conjunta, es decir: al grado en que se satisfacen los objetivos de las alternativas sujetas a análisis en atención; a la solución al costo mínimo; a la reducción en el costo y en el tiempo de transporte; a la integración de los sistemas de transporte; al impacto sobre el transporte terrestre y al número de personas beneficiadas.

El tomar una decisión en un problema que tiene como objetivos los enunciados, resulta una tarea complicada, ya que se desean satisfacer varios aspectos algunos de ellos conflictivos, y además existe incertidumbre en cuanto a la efectividad que se logra con cada alternativa. Este modelo probabilístico nos permite también el establecer la cuantificación de ventajas y desventajas, tomando en cuenta la probabilidad de la ocurrencia de los eventos que como medidas de efectividad se han manifestado anteriormente.

Las alternativas de configuración se estructuran a partir de la red del Sistema de Transporte Colectivo "Metro" en su tercera etapa de ampliación y de la adición de diferentes combinaciones de líneas nuevas. En la siguiente tabla se muestra el resumen del estudio, resultante de la utilización de los dos modelos empleados.

Esta Comisión de Vialidad y Transporte Urbano se ha abocado al estudio de planeación de la cuarta etapa del Metro, y como se puede observar se tienen los datos necesarios para tomar una decisión en base a los parámetros que fijen, en un momento dado, las políticas del Plan como por ejemplo; el monto de la inversión, tiempos de ejecución, etc.

Con los modelos que se cuentan se puede evaluar, en un corto tiempo, cualquier alternativa que se presente al modificar algunas de las configuraciones analizadas o el cambio total del trazo de la red, incluyendo o no, Líneas nuevas o ampliaciones de las existentes.

EVALUACION PROBABILISTICA DE ALTERNATIVAS DE CONFIGURACION DE LA RED DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

M E T R O

Alternativa de Configuración	Longitud Total (km)	Longitud Ampliación (km)	Tipo de Infraestructura (km)			
			Superficial	Elevado	Subterráneo	Túnel
1	167.10	55.60	2.032	2.547	42.625	8.397
2	162.82	51.32	1.899	2.381	32.671	14.369
3	174.14	62.64	1.917	1.403	43.814	14.505
4	185.96	74.46	2.031	7.063	56.970	8.396
5	174.01	62.51	1.903	6.618	39.586	14.403
6	189.76	78.26	1.925	6.694	55.073	14.568
7	145.14	33.64	0.000	2.594	24.946	6.100

En conclusión, se puede afirmar que los modelos matemáticos y probabilísticos que se han empleado en la evaluación de alternativas para tratar de definir la cuarta etapa de ampliación del Metro; constituyen una valiosa herramienta en la toma de decisiones y están diseñados de manera tal, que si se definen los parámetros que se quieren evaluar, aun algunos de los diferentes considerados en la actualidad, en un tiempo de 2 a 3 semanas, se pueden tener resultados concretos que dentro de las políticas a nivel nacional ayuden a definir las futuras etapas de construcción del Metro y corredores viales importantes.

En la actualidad estos técnicos han continuado capacitándose en toda la documentación y conocimientos adquiridos, complementándolos con la supervisión en la realización de pruebas de circulación de los trenes en las Líneas que se han puesto en operación. De esta manera, en base a la definición de una de las Líneas que se piensa, constituyen la cuarta etapa de la construcción del Metro; se está llevando a cabo la realización completa del proyecto Electromecánico de esta línea. En donde aplican los conocimientos adquiridos, consultando sólo en determinados puntos a los asesores extranjeros, con lo que se reducirá, en definitiva, la participación no mexicana en un futuro próximo, lo cual, sin duda, enorgullecerá grandemente a la Ingeniería Mexicana.

CAPACITACION TECNICA

Como ya ha quedado dicho, esta Comisión de Vialidad y Transporte, no sólo se ha dedicado al cumplimiento de las funciones que le fueron encomendadas; sino al estudio y aplicación de nuevas técnicas que le ayuden a desempeñarlas mejor. Así los avances tecnológicos más importantes que se han logrado en las áreas de Ingeniería Civil, Electromecánica, y en operación, han quedado descritos en el capítulo anterior.

Aunando a esos avances tecnológicos logrados, las autoridades de COVITUR, han llevado a cabo un plan de capacitación para sus técnicos, que incluye programas, tanto en México como en el extranjero, en todas las áreas; pero principalmente en aquellas donde la tecnología dependía del extranjero. Para ello realizó un plan conjunto con las empresas proyectistas y el Sistema de Transporte Colectivo, que culminó en un curso de alta especialización en Francia durante 8 meses. Fueron capacitados 26 técnicos en las siguientes disciplinas: 4 en operación, 4 en señalización, 4 en mando centralizado, 4 en pilotaje automático, 2 en peaje, 4 en vías y 4 en energía.

Se formuló el Plan Rector de Vialidad y Transporte
Se duplicó la Red del Metro
Se cuadruplicó la capacidad de transportación en el Metro
Se modificó el Sistema de Transporte Colectivo de Superficie
Se tienen 125 Rutas de transporte urbano, entre Autobuses, Trolebuses y Tranvías.
Transportamos en el Distrito Federal el 75° de viajes-persona-día (VPD) con la utilización del Metro y autobuses urbanos.
Se construyeron 78 pasos peatonales
Contamos a la fecha con:
26.5 km. de Circuito Interior, 8 kilómetros más que en 1976.
250.0 km. de vialidades primarias y secundarias, que modernizaron la traza de la ciudad (además de la red de 252 km. de Ejes Viales y 31.8 km. de Anillo Periférico, que fueron ejecutados por otros Organismos del DDF).
Entraron en operación 22,500 cajones para estacionamiento de vehículos, de los cuales 4,500 fueron habilitados en las estaciones del Metro.
Se realizaron obras adicionales para el bienestar y comodidad social de la población del Distrito Federal.

SE DIO UN PASO MAS
SE MODERNIZO LA CIUDAD DE MEXICO
FUE UN LOGRO
¡ AVANZAMOS !

