

48  
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGON



"ASPECTOS FUNDAMENTALES PARA EL  
MANTENIMIENTO EN ESTACIONES DEL  
S.T.C. METRO."

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**INGENIERO CIVIL**

P R E S E N T A

**MATEO RUIZ JIMENEZ**

MEXICO, D.F.

1997

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCION

MATEO RUIZ JIMÉNEZ  
PRESENTE.

En contestación a su solicitud de fecha 31 de enero del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. JOSÉ PAULO MEJORADA MOTA pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado "ASPECTOS FUNDAMENTALES PARA EL MANTENIMIENTO EN ESTACIONES DEL S.T.C. METRO", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
San Juan de Aragón, México, 13 de febrero de 1996;  
EL DIRECTOR:

  
M en I CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO

c c p Jefe de la Unidad Académica  
c c p Jefatura de Carrera de Ingeniería Civil,  
c c p Asesor de Tesis.

CCMCAIR/11a.



**Dedicatoria y agradecimientos:**

A mis padres:

Daniel y Elodia

A mis hermanos.

Anastasio

Santiago

Teresa

Lucía

A mi esposa:

Susana

Por su cariño, comprensión y apoyo.

A mis hijos:

Daniel

Leticia

Susana

Por su comprensión y cariño.

A mis maestros:

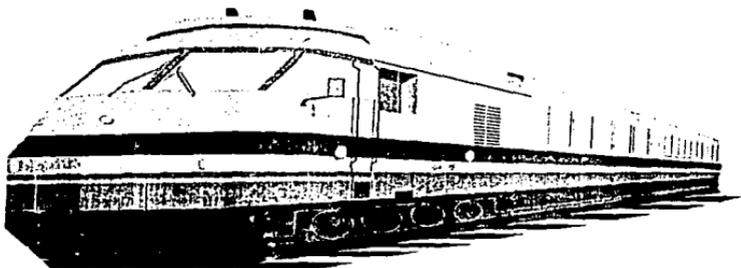
Por compartirnos sus conocimientos.

A mi escuela.

Que es mi alma Mater

Al Sistema de Transporte Colectivo Metro (STC), especialmente al  
Departamento de Mantenimiento de Vías y Estructuras.

Gracias



**ASPECTOS  
FUNDAMENTALES  
PARA EL  
MANTENIMIENTO  
EN ESTACIONES  
DEL S.T.C. METRO.**



**ASPECTOS  
FUNDAMENTALES  
PARA EL  
MANTENIMIENTO  
EN ESTACIONES  
DEL S.T.C. METRO.**

**ASPECTOS FUNDAMENTALES PARA EL MANTENIMIENTO EN  
ESTACIONES DEL S.T.C. METRO.**

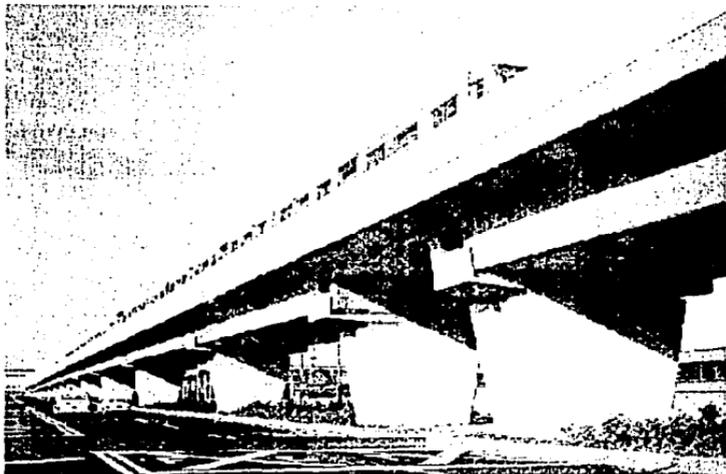
**INDICE**

- I. INTRODUCCION**
- II. GENERALIDADES**
- III. DESCRIPCION DEL PROYECTO**
- IV. PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO**
- V. MANTENIMIENTO A LOS ACABADOS**
- VI. ANALISIS DE COSTOS**
- VII. PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO**
- VIII. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS**



|    |                                                        |     |
|----|--------------------------------------------------------|-----|
|    | Tipos de estaciones.....                               | 45  |
|    | Condiciones de servicio.....                           | 49  |
| IV | PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO.....                        | 51  |
|    | Programas de mantenimiento.....                        | 52  |
|    | Mantenimiento preventivo.....                          | 52  |
|    | Mantenimiento correctivo.....                          | 77  |
|    | Organización dentro del programa de mantenimiento..... | 79  |
| V  | MANTENIMIENTO A LOS ACABADOS.....                      | 87  |
|    | El mantenimiento.....                                  | 88  |
|    | Daños en las edificaciones.....                        | 95  |
|    | Mantenimiento a los acabados en estaciones.....        | 127 |
|    | Cancelería.....                                        | 134 |
|    | Cerrajería.....                                        | 136 |
|    | Filtraciones.....                                      | 141 |
|    | Resinas sintéticas y su aplicación.....                | 155 |
|    | Plomería.....                                          | 158 |
|    | Pintura.....                                           | 165 |

|      |                                                        |              |     |
|------|--------------------------------------------------------|--------------|-----|
| VI   | ANALISIS DE COSTOS.....                                |              | 183 |
|      | Factor empresa.....                                    | costo        | 184 |
|      | Lista materiales.....                                  | de           | 187 |
|      | Mario obra.....                                        | de           | 197 |
|      | Análisis de precios unitarios más representativos..... |              | 198 |
| VII  | PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO.....                      |              | 201 |
|      | Principales obras.....                                 | volúmenes de | 202 |
|      | Presupuesto.....                                       |              | 204 |
| VIII | CONCLUSIONES Y COMENTARIOS.....                        |              | 205 |
|      | BIBLIOGRAFIA.....                                      |              | 208 |
|      | ...                                                    |              |     |



## **PREFACIO**

## **PREFACIO**

---

Se pretende, con el presente trabajo, dar una panorámica general en lo relativo al mantenimiento de las obras civiles en estaciones del Metro de la Ciudad de México, aunque el mantenimiento puede realizarse en edificaciones de diferentes tipos.

Con esta finalidad, se inicia este trabajo con la "Introducción" al tema del Mantenimiento en el Sistema de Transporte Colectivo Metro, de la Ciudad de México.

En el segundo Capítulo "Generalidades", se presenta un resumen de los antecedentes y métodos utilizados en la construcción del Sistema de Transporte Colectivo Metro.

En el tercer Capítulo se presenta, en forma breve, la Descripción del Proyecto, indicando las soluciones de recorrido que éste haría, como soluciones óptimas para el problema de transporte de la Ciudad de México.

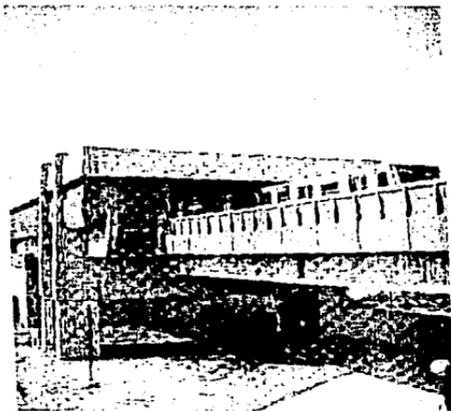
En el Capítulo cuarto se presenta el tema de "Programas de Mantenimiento" y los tipos de mantenimiento implicados en el desarrollo de la operación del Sistema Metro. Se presentan, además, los organigramas que generalmente se utilizan para la realización de los trabajos, dentro de los programas establecidos.

En el capítulo siguiente, Capítulo V, "Mantenimiento a los Acabados", se describe lo relacionado al mantenimiento, como son el concepto de mantenimiento, origen de las degradaciones y destrucción de los materiales, tanto naturales, causales y accidentales, acciones que deben tomarse en cuenta para la realización de las reparaciones, en sus diferentes áreas.

En el Capítulo VI se presenta el análisis de costos, de los conceptos más representativos, en el área del mantenimiento.

En el siguiente capítulo, (VII), se presenta un resumen del presupuesto de una Estación, para su mantenimiento por período de un año, así como su mantenimiento por período de cinco años.

Finalmente, se presenta, en el último capítulo, las conclusiones y comentarios que surgieron durante el desarrollo de este trabajo.



## **INTRODUCCION**

## INTRODUCCION

---

Las dimensiones y la creciente densidad demográfica del Distrito Federal, han hecho de la ciudad capital una urbe sumamente compleja, que reclama medios masivos de transporte colectivo no contaminantes, como lo es actualmente el Sistema de Transporte Colectivo "Metro" de la Ciudad de México.

Contando éste con elementos esenciales dentro de su infraestructura, como parte importante, están principalmente los acabados, tanto en muros, pisos y losas en las estaciones, accesos y salidas del Sistema, ya que es en estas áreas donde el usuario tiene contacto directo con los elementos antes mencionados, provocando un desgaste por el uso diario normal así como por acciones devastadoras del propio usuario.

Ya es un hecho de que esta situación no se puede evitar en su totalidad, por los altos costos que esto representaría en vigilancia y los daños que sufrieran los acabados permanecerían latentes, por el propio servicio que presta, como integrante del Sistema de Transporte Colectivo Metropolitano.

Este trabajo pretende aportar un pequeño apoyo en la solución del problema señalado, tratando de plantear un programa de mantenimiento preventivo a los acabados de las estaciones del "Metro".

Para ejemplificar este programa tomaremos como base una Estación de Correspondencia (Chabacano), por tratarse de una de las estaciones más avanzadas, en cuanto a diseño y uso se refiere, además de la importancia que toma al ser ésta una estación estratégicamente ubicada en el contexto urbano de la Ciudad de México.

Este trabajo se desarrolla mediante un estudio, partiendo de lo general a lo particular, mostrando con ello un panorama real de la situación actual, en los acabados de pisos, muros y losas, con la finalidad primordial de dar un mejor servicio a los usuarios de tan importante medio de transporte urbano, como lo es el Sistema de Transporte Colectivo "Metro", de la Ciudad de México.



## **GENERALIDADES**

## GENERALIDADES

---

En este capítulo se hace un breve resumen de los antecedentes y métodos utilizados en la construcción del Sistema de Transporte Colectivo Metro, de la Ciudad de México.

Por el incremento de la población en el Distrito Federal y en el área metropolitana, hubo la necesidad imperiosa (1967) de construir un medio de transporte masivo, capaz de resolver los problemas tanto de vialidad como de transportación, principalmente de personas que viajan en forma individual.

Una buena parte del crecimiento de la población se ha originado en las corrientes migratorias del campo hacia la ciudad, ya que, 4 de cada 10 habitantes han llegado de la provincia para radicar en la periferia de la gran ciudad, principalmente.

La falta de una eficiente coordinación de integración de los diversos medios de transporte masivo que circulan en el Distrito Federal y en su periferia, son causas que agravan el problema del transporte.

La solución a los problemas del transporte masivo entraña, entonces, una importancia económica, social y aún psicológica de incalculables dimensiones, ya que la transportación de grandes núcleos de personas en el área urbana en que vivimos, está ligada a

las cuestiones esenciales de la producción, al trabajo y a los servicios.

## **Población**

La población, de la zona metropolitana de la Ciudad de México, adquirió proporciones considerables al pasar de 1.8 millones de personas en 1940, a 3.26 en 1950, a 5.37 en 1960 y hasta 8.93 millones en 1970.

Casi en la misma proporción del crecimiento demográfico se dio la expansión de la ciudad. Los 117 Km<sup>2</sup> de área urbanizada que existían en 1940, aumentaron a 242 Km<sup>2</sup> en 1950, a 390 Km<sup>2</sup> en 1960 y a 650 Km<sup>2</sup> en 1970.

Otro aspecto que influyó en forma decisiva, en el crecimiento de la mancha urbana, fue la prohibición de nuevos desarrollos urbanos para habitación en los años 60's en el Distrito Federal, propiciando la aparición por doquier de nuevas colonias clandestinas, zonas de habitación proletaria y núcleos industriales construidos fuera de control.

Los fraccionamientos residenciales emigraron a la periferia del Distrito Federal, creando ciudades satélites, dependientes en buena parte de los servicios de la propia ciudad, a pesar de que pertenecían políticamente a otra entidad.



De esta forma, se llegó a un esquema anárquico de usos del suelo de la ciudad y de sus vecindades, generando el crecimiento de la mancha urbana, con densidades de población muy bajas, que con el paso del tiempo se empezó a generar un cambio de usos habitacionales por los de tipo comercial y de negocios, ocasionando la expulsión de población hacia la periferia urbana.

La concentración de las actividades en el primer cuadro de la ciudad, trajo consigo una mayor corriente de personas que acudían a trabajar, comprar, divertirse, resolver un negocio o la prestación de algún servicio, generando una mayor demanda de transporte bajo un esquema radial.

Estos factores fueron determinantes en el crecimiento desordenado de la ciudad y hubo la necesidad de plantear una planificación intensa, tomando en cuenta soluciones a corto, mediano y largo plazo.

Los estudios realizados en 1965 fueron la base para decidir la construcción del Sistema de Transporte Colectivo "Metro", cuyos trabajos se iniciaron en 1967, poniendo en servicio su primera línea en septiembre de 1969. A finales de 1970 ya se habían construido 41.5 km de red y 45 estaciones.

A 27 años de servicio, el Sistema cuenta con 10 Líneas Integradas por 178 Km de vía y 154 estaciones. Actualmente está en construcción la Línea "B", que va de Buena Vista a Ciudad Azteca, con una longitud total de 23.7 Km y 21 estaciones, de las cuales dos son

terminales, 5 de transbordo, 11 superficiales, 4 elevadas y 6 subterráneas.

En el plano No. 1 se presenta el proyecto original de lo que sería la Línea No. 10 del Plan Maestro del Metro y que por razones socioeconómicas y políticas, hubo necesidad de modificarla, dando origen a la Línea "B".

En el plano No. 2 se presenta la Red General del Sistema de Transporte Colectivo Metro, en el cual, ya se contempla el desarrollo de la Línea "B" mencionada, actualmente en construcción y en el plano No. 3 se muestra el desarrollo final de dicha Línea.

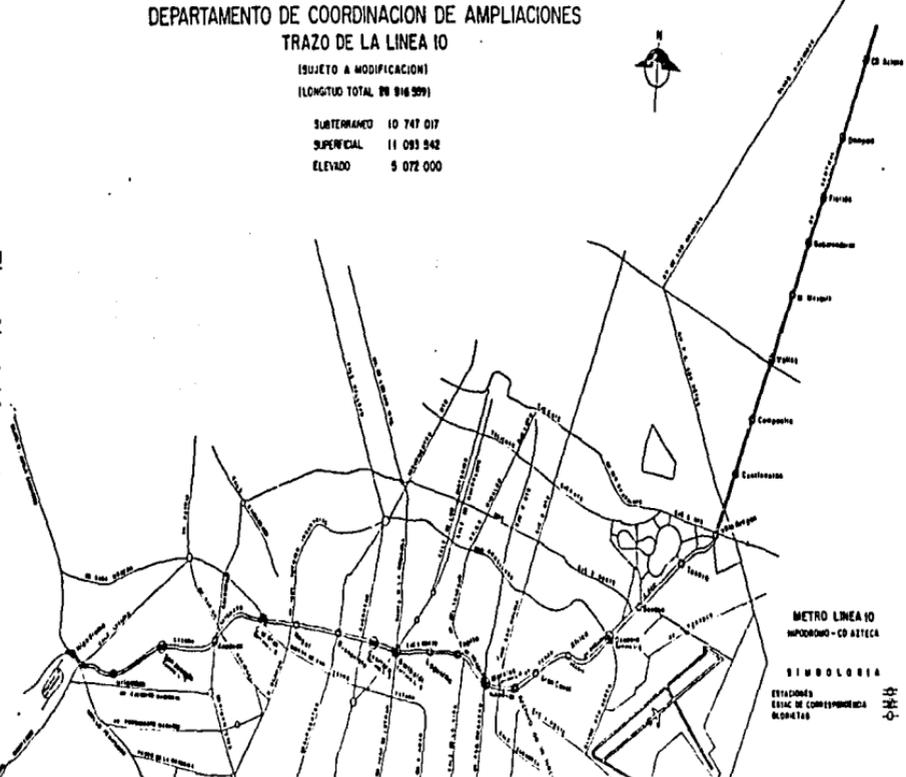
DEPARTAMENTO DE COORDINACION DE AMPLIACIONES  
TRAZO DE LA LINEA 10

(SUJETO A MODIFICACION)  
(LONGITUD TOTAL EN 916 599)

SUBTERRANEO 10 747 017  
SUPERFICIAL 11 083 542  
ELEVADO 5 072 000



Plano No. 1: Línea 10 del Metro. Proyecto original



METRO LINEA 10  
MODERNO - COATECA

SIMBOLOGIA

ESTACIONES  
ESTAS DE CORRESPONDENCIA  
ROTONDAS

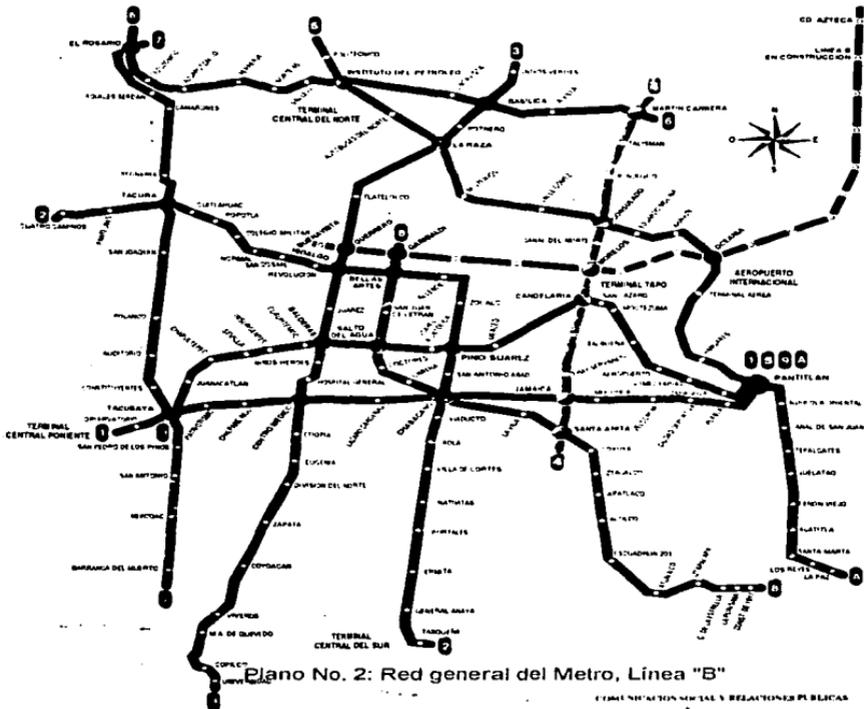
1:10,000



PERFIL CROCIATICO DE LINEA 10

|            |                          |          |
|------------|--------------------------|----------|
| ESTACIONES | ESTAS DE CORRESPONDENCIA | ROTONDAS |
| ESTACIONES | ESTAS DE CORRESPONDENCIA | ROTONDAS |

# SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO RED DEL METRO CIUDAD DE MEXICO



Plano No. 2: Red general del Metro, Línea "B"

#### HORARIO DE SERVICIO

| LINEA | LINEAS |
|-------|--------|
| 1     | 1      |
| 2     | 2      |
| 3     | 3      |
| 4     | 4      |
| 5     | 5      |
| 7     | 7      |
| 8     | 8      |
| 9     | 9      |
| 13    | 13     |
| 14    | 14     |

#### TELEFONOS DEL STC

|                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| CONSEJERÍA          | 756-1133        |
| INFORMACIÓN         | 147-1008 y 1010 |
| ORIENTACIÓN Y OTRAS |                 |
| PLANEACIÓN PÚBLICA  | 147-1011 y 1012 |
| RECURSOS HUMANOS    | 147-1013        |

#### UBICACIONES

|           |  |
|-----------|--|
| CRUZ ROCA |  |
|           |  |
|           |  |
|           |  |

#### BOMBEROS

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

#### SECRETARÍA DE SEGURIDAD PÚBLICA

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

#### LOCATEL

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

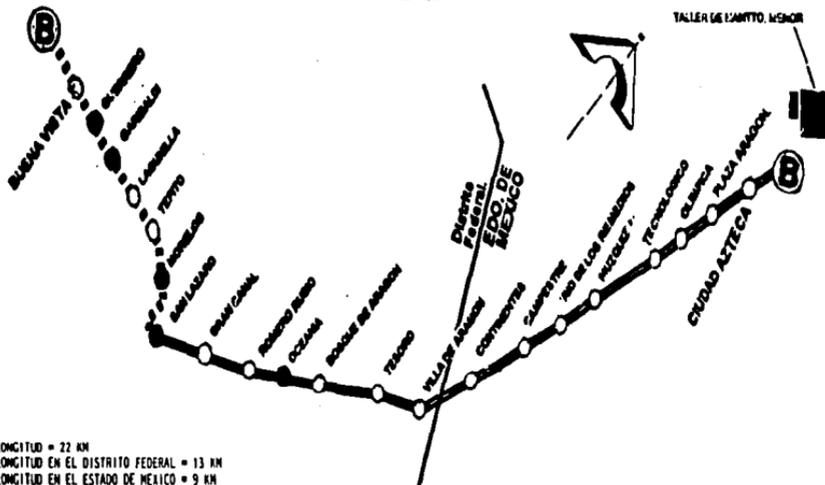
#### RADIO PATRULLAS

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

ESTACIONES METRO Y RELACIONES PÚBLICAS

# METROPOLITANO LINEA B

## BUENAVISTA-ECATEPEC



Plano No. 3: Desarrollo final de la Línea "B"

LONGITUD = 22 KM  
LONGITUD EN EL DISTRITO FEDERAL = 13 KM  
LONGITUD EN EL ESTADO DE MEXICO = 9 KM  
NUMERO TOTAL DE ESTACIONES = 21  
ESTACIONES EN EL DISTRITO FEDERAL = 13  
ESTACIONES EN EL ESTADO DE MEXICO = 8

### TIPO DE ESTACIONES:

- 1 TERMINAL DEFINITIVA (CIUDAD AZTECA EN EL ESTADO DE MEXICO).
- 1 TERMINAL PROVISIONAL (BUENAVISTA EN EL DISTRITO FEDERAL QUE A FUTURO TENDRA TRANSBORDO CON LINEA 15).
- 5 ESTACIONES DE TRANSBORDO DIRECTO CON LINEAS EN OPERACION ACTUALMENTE (GUERRERO, GARIBALDI, MORELOS, SAN LAZARO Y OCEANIA).
- 14 ESTACIONES DE PASO DE LAS CUALES:
  - 7 SE ALOJAN EN EL DISTRITO FEDERAL: LAQUILLA, TEPITO, GRAN CANAL (OPCION DE FUTURA CORRESPONDENCIA CON LINEA 14), ROMERO RUBIO, BOSQUE DE ARAGON, TESORO, VILLA DE ARAGON (FUTURA CORRESPONDENCIA CON LINEA 6).
  - 7 SE ALOJAN EN EL ESTADO DE MEXICO: CONTINENTES, CAMPESTRE, RIO DE LOS REMEDIOS, MUQUIZ, TECNOLÓGICO, OLÍMPICA, PLAZA ARAGON.

CRUZA LAS DELEGACIONES POLITICAS; CUAHTEMOC, VENUSTIANO CARRANZA Y GUSTAVO A. MADRERO DEL DISTRITO FEDERAL, ASI COMO LOS MUNICIPIOS DE MEZAMALCOYOTL Y ECATEPEC EN EL ESTADO DE MEXICO.

## **Estudios de vías rápidas: 1965**

Como parte de un plan de trabajo que se denominó "Estudio de vías rápidas para la Ciudad de México", se llevó a cabo una recopilación de la experiencia acumulada en los 33 sistemas que se encontraban en operación en otros países en 1965.

La investigación permitió obtener una amplia información acerca de los equipos rodantes y sus instalaciones especiales, de los procedimientos constructivos y sus costos, tanto en obra civil como electromecánica, de las tarifas, número de pasajeros transportados y número necesario de trenes, de los costos de operación, de los sistemas, de las velocidades comerciales, las distancias entre estaciones, de las ventajas y desventajas de soluciones elevadas, superficiales, subterráneas o mixtas, así como de los sistemas sobre ruedas metálicas o neumáticas, las especificaciones de trazo de un ferrocarril urbano, gálibos de túneles y estaciones, etc., y de todas aquellas innovaciones tecnológicas que pudieran tener aplicación al sistema de Transporte Colectivo Metro de la Ciudad de México.

De acuerdo a los antecedentes del problema en la Ciudad de México y conscientes que de llegar a una solución de carácter integral implicaba enfrentarse a numerosos aspectos, se hizo un planteamiento general de las posibles rutas iniciales de una red de transporte masivo en vía rápida.

## **Posibilidad de solución.**

Entre más de 30 alternativas de trazo propuestas, se seleccionó una que cubriera las necesidades más urgentes del transporte colectivo y solucionara al mismo tiempo los problemas de congestionamiento del primer cuadro y zona central de la ciudad.

Sin carecer de fundamentos válidos, esta alternativa de trazo se planteó como una solución transitoria, ya que permitía ensayar los análisis de factibilidad técnica, económica y financiera.

Esta proposición consistía en 2 líneas básicas y un ramal, que sumaban 37.5 km. La solución era mixta, combinando vías de tipo superficial, elevada y subterránea.

El "Plan Metro" definió las distintas etapas de construcción, con una longitud de 378 Km de red a largo plazo y una capacidad para transportar 24 millones de pasajeros diariamente.

Para 1985, los objetivos del "Plan Metro" a corto plazo se habían cumplido. No obstante, la situación crítica-económica que afectaba al país, redujeron los alcances a mediano y a largo plazo.

En 1976 se promulgó la primera ley en materia de desarrollo urbano, que constituyó la base legal para la elaboración, al año siguiente, del Plan de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, concebido como el marco de congruencia para todas las acciones en materia de planificación física que se realizarían en su territorio,

mostrando un esquema de desarrollo urbano que contempla el futuro crecimiento de la ciudad y su área metropolitana hasta el año 2000, denominado "Plan Maestro" (Plano No. 4), que contempla, a su vez, la construcción de 18 líneas del Sistema de Transporte Colectivo Metro en la Ciudad de México.

### **Estudios para la determinación de rutas y estaciones.**

Los estudios para la determinación de rutas y estaciones son, principalmente, los que a continuación se mencionan.

- Población en el área de influencia.
- Núcleos de concentraciones humanas.
- Estudios de origen y destino.
- Estudios de las leyes que rigen el movimiento diario de pasajeros.
- Alimentaciones exteriores y transversales a las líneas del "Metro".
- Costumbres de transportación.
- Aforos de tránsito.
- Simulaciones del movimiento de pasajeros dentro del sistema.
- Espacio disponible, ancho de calles, predios y afectaciones.



**Plano No 4: Plan Maestro del Metro**

## **Localización del trazo**

Planteamiento preliminar del trazo sobre una ruta.

El planteamiento preliminar se elabora sobre copias a escala, 1:500, de plantas fotogramétricas de las calles por donde se localiza la línea, procurando llevar el eje de trazo a la mitad de la distancia entre paramentos. En los casos en que esto no es posible ni conveniente, se debe cumplir con las distancias mínimas o paramentos especificados por la sección de Mecánica de Suelos. Además, deben estar debidamente localizadas las interferencias como son: toda clase de tuberías, monumentos históricos, etc., para ser considerados en la ejecución de este planteamiento preliminar.

A continuación se desarrollan los métodos seguidos para cumplir con tales lineamientos, en el planteo de los perfiles de la subrasante.

- 1) El criterio que se sigue para proporcionar el colchón de 0.6m a 1.0m, es el siguiente:

Una vez proyectada la subrasante y el extradós del Metro, Croquis No. 1, se procede a revisar el colchón por medio de las secciones transversales de la calle, en las cuales se dibuja el cajón del Metro a escala y se revisa el colchón a lo ancho del mismo. Con frecuencia el colchón varía notablemente en distancias cortas debido al fuerte bombeo transversal de las

calles y puede ser que el proyecto no cumpla con lo recomendado.

- 2) En los tramos entre estaciones siempre debe existir una pendiente de 0.1 a 0.2 % para que exista drenaje longitudinal del cajón; esta pendiente debe ser hacia las zonas donde se ha determinado, previamente, quedarán los cárcamos de bombeo.

- 3) Paralelismo con el terreno.

En el momento de proyectar las pendientes de la subrasante, debe procurarse de que ésta sea, en lo posible, paralela al terreno natural, para evitar que el extradós del Metro tenga cojchones demasiado variables y por lo consiguiente, se presente una gran variación en la sobrecompensación de la estructura que ocasione exagerados movimientos relativos que cambien el buen aspecto del pavimento de las calles que albergan al Metro y modifique exageradamente la pendiente proyectada.



4) **Pendiente de estaciones**

En las estaciones, la rasante de las pistas de rodamiento tendrá una pendiente nula en toda su longitud, evitándose de esta manera esfuerzos adicionales en el sistema de frenado durante el tiempo de carga y descarga.

5) **Las pendientes máximas admisibles, serán:**

- a) Por capacidad ascendente del equipo, esta pendiente se ha limitado a 7% como máximo en salidas de túnel a la superficie.
- b) Para lograr que el equipo permanezca en reposo, sin auxilio de los frenos, la pendiente máxima será igual a 0.5%.

6) **Cálculo vertical adecuado.**

En las curvas horizontales de radio menor de 500m y de acuerdo con estudios efectuados, se determinó que éste deberá ser cuando menos de 5.05m, en lugar de los 4.80m normales, para cumplir con el requisito de proporcionar una sobre elevación al tren en la curva horizontal.

## **Estudios de mecánica de suelos**

El suelo de la Ciudad de México.

Al igual que en cualquiera de las construcciones de la Ciudad de México, las estructuras del Metro deben diseñarse tomando muy en cuenta las características tan particulares de un suelo constituido predominantemente por arcillas blandas, compresibles, expansivas y afectadas de manera diferente por sobrecargas superficiales y por extracción de agua del subsuelo, características todas ellas que obligan a establecer criterios de diseño que garanticen el mejor comportamiento de las estructuras, tanto durante la construcción como a través de los años.

Tenochtitlán, la antigua capital Mexica, fue fundada sobre la isleta de un lago. Encima y alrededor del núcleo original se ha ido desarrollando y conformando la metrópoli, a través de los siglos, hasta llegar a su fisonomía actual. La extensión de la urbe ya no queda hoy circunscrita al lecho del antiguo lago, sino que se extiende por lo que fueron riberas y alcanza, incluso, las colinas vecinas. Teniendo en cuenta las características del suelo, se ha convenido dividir la ciudad en tres grandes zonas con estratigrafía y propiedades mecánicas diferentes, mostrados en la Fig. No. 2, que son:

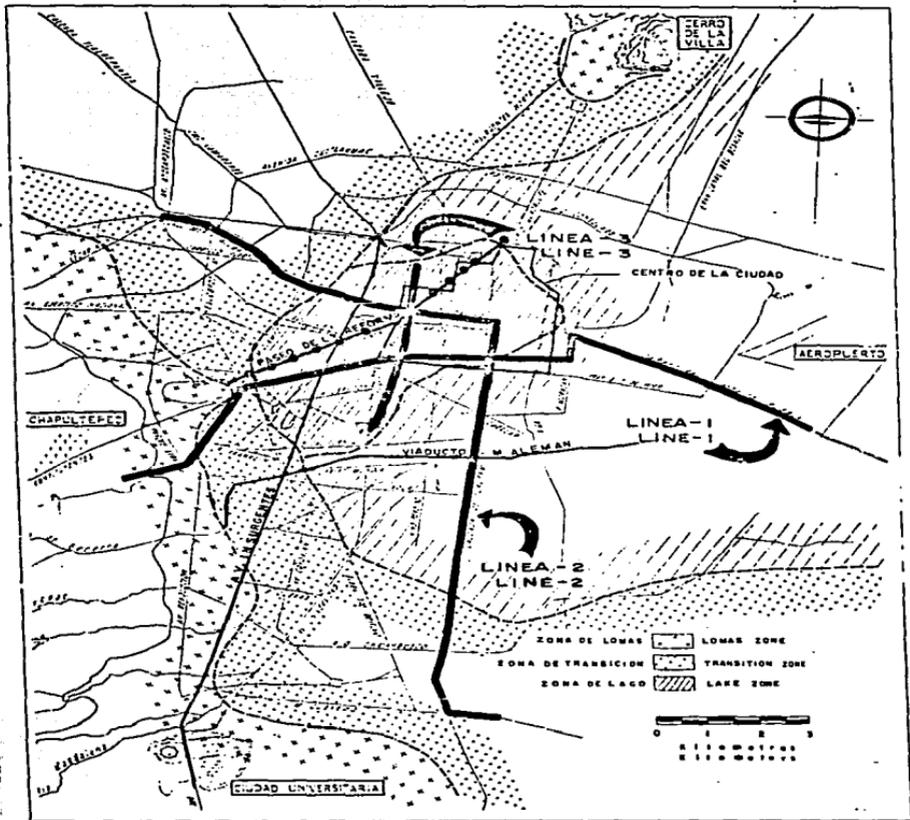


FIG. 1. Zonificación estratégica de la ciudad de México.

- a) La zona de lago, constituida predominantemente por depósitos lacustres, de arcilla blanda, que alcanza un espesor de 60 m; esta zona se localiza hacia el oriente de la ciudad. Estas arcillas llegan a tener contenidos de agua hasta de 500%, por lo cual, tienen una baja resistencia al corte y una alta compresibilidad; al descargarlas producen fuertes expansiones. Hacia el centro de la ciudad han estado sujetas a un prolongado proceso de consolidación a consecuencia de cargas superficiales y extracción de agua del subsuelo.
- b) La zona de lomas, formada por los lomeríos localizados hacia el poniente y el sur de la ciudad, formada por tobas volcánicas o corrientes basálticas. Estos son materiales duros de alta resistencia al corte y prácticamente no compresibles.
- c) La zona de transición; intermedia entre las dos anteriores, formada por depósitos fluviolacustres, constituidos por capas de arcilla de poco espesor, intercaladas con capas de limos, arenas, algunas gravas o mezclas de otros materiales, generalmente en estado semicompacto o compacto. Las arcillas de esta zona alcanzan espesores de 10 a 15 m y tienen menor contenido de agua que las de la zona del lago, alrededor de 200%. Son, por lo tanto, más resistentes y menos compresibles.

De esta descripción simplificada de las características de los suelos de la ciudad, se puede apreciar que en su recorrido, las líneas del "Metro" atraviesan una diversidad de materiales de una gran variedad de consistencias. Por lo tanto, el diseño de las estructuras y sus procedimientos de construcción deben sujetarse a tal diversidad.

### **El hundimiento de la Ciudad de México.**

De manera muy importante, hubo de tomarse en consideración el fenómeno del hundimiento de la superficie de la ciudad, provocado por la extracción de agua de los estratos permeables profundos que se encuentran debajo de las arcillas. La pérdida de presión en el agua de dichos estratos profundos es distinta de un punto a otro de la ciudad y afecta de manera diferente a las capas de arcilla, provocando hundimientos desiguales en la superficie, dependiendo éstos del espesor de las capas de arcilla, de su compresibilidad, magnitud del abatimiento de presión de los acuíferos y del tiempo que tal abatimiento haya estado operando. El resultado final de la combinación de todos estos factores es un hundimiento, diferente de un punto a otro, de la superficie del terreno.

### **Exploración del suelo.**

Con el fin de determinar la estratigrafía y propiedades de los suelos a lo largo de las nuevas líneas de que consta el sistema Metro, se programaron y realizaron una serie de sondeos de exploración de los cuales se extrajo, principalmente, dos tipos de muestras, a saber:

### **Muestras inalterables y muestras alteradas.**

Las primeras se obtuvieron, siempre que la consistencia del suelo lo permitió, hincando a presión tubos muestreadores de pared delgada tipo Shelby, de 10 cm de diámetro interior. Cuando la consistencia del suelo no permitió el hincado de los tubos anteriores, se utilizó el barril doble giratorio Denison, hincado a presión y rotación, con el cual se tomaron muestras de 10 cm de diámetro.

Las muestras alteradas se extrajeron hincando a percusión tubos muestreadores de pared gruesa de 3.5 cm de diámetro interior y 5 cm de diámetro exterior. Simultáneamente con cada muestreo alterado se llevó a cabo una prueba de penetración normal.

En todos los sondeos, la perforación se hizo con broca tricónica y en la estabilización y limpieza de la misma se empleó lodo bentonítico.

El criterio que se estableció para determinar el tipo y profundidad de cada sondeo fue el siguiente:

Se localizó por lo menos un sondeo inalterado en los sitios en que se construirían estructuras importantes, como son: estaciones, edificios, sifones, etc., y se llevaron a una profundidad tal que se obtuvieran muestras de suelo que se afectaría con la construcción y funcionamiento de la estructura en cuestión. Además, en los tramos

de línea entre estaciones se realizaron, por lo menos, tres sondeos de este tipo, localizados a igual distancia entre sí.

Los sondeos alterados se llevaron a cabo con el fin de correlacionarlos con las características del suelo entre éstos. La profundidad que alcanzaron dependió de la profundidad de los sondeos inalterados con que se correlacionaron.

Por último, al centro de los tramos de línea, entre estaciones o en los tercios de los mismos, cuando los tramos fueron excesivamente largos, se realizaron sondeos mixtos, de los cuales se obtuvieron muestras inalteradas de la parte superior que iba a ser directamente afectada por la obra y muestras alteradas del resto. Generalmente en este tipo de sondeos se alcanzaron a muestrear los materiales que subyacen a la formación arcillosa superior.

Todos los sondeos, salvo los realizados para un edificio en particular, se localizaron a lo largo del eje del Metro y, sólo cuando en él se tuvieron interferencias que impidieron su ejecución, su localización se modificó hacia la parte próxima a las banquetas.

## **Ensayos de laboratorio.**

Todas las muestras fueron clasificadas en el laboratorio mediante procedimientos manuales de inspección visual, tanto en húmedo como en seco y se determinó su contenido natural de agua y límites de consistencia.

De especial interés fueron las pruebas de resistencia al corte así como de compresibilidad y expansibilidad.

Las resistencias al esfuerzo cortante se estudió bajo diferentes condiciones de velocidad de carga y drenaje, mediante los siguientes ensayos:

- a) Sobre la muestra antes de extraerla del tubo muestreador, aplicando una veleta miniatura en una de sus caras.
- b) Corte directo no drenado, en el aparato sueco de corte directo, con algunas modificaciones al diseño original.
- c) Compresión simple en arcillas.
- d) Compresión triaxial no drenada, en arcillas.
- e) Compresión triaxial consolidada no drenada, en suelos granulares o intermedios.

La compresibilidad y la expansibilidad, para conocer los cambios volumétricos del suelo sujeto a carga o a descarga, respectivamente, se estudiaron mediante ensayos de consolidación normal y de expansibilidad. Las pruebas de este último tipo se llevaron a cabo de manera que se representaran las condiciones de carga y descarga a que estaría sujeto el suelo, durante la etapa de construcción de la estructura y después de ella.

### **Empuje de tierras.**

Tomando en cuenta el procedimiento más generalmente usado para la construcción de las estructuras del Metro, a base de muros de concreto armado colados en el lugar que servirían durante la excavación y construcción, como estructuras de contención de la masa de suelo y posteriormente como parte integral de la misma, se establecieron dos condiciones bajo las cuales el suelo empujaría sobre los muros. La inicial correspondió a la etapa de excavación del bloque de suelo entre los muros y la final a la etapa posterior a la construcción.

Para el cálculo correspondiente a la condición inicial, se consideró que el empuje total estaría integrado por el empuje hidrostático del manto freático. Se supuso que conforme avanzara la excavación entre los dos muros, estos tendrían libertad para girar hacia la excavación sobre un eje imaginario, longitudinal a ellos, localizado en su base. De esta manera, el empuje del suelo a desarrollarse correspondería al empuje activo de Rankine. Al apuntalar los muros,

el empuje del suelo se redistribuiría conforme se fuera excavando y apuntalando, por lo que fue posible, para estimar las cargas sobre los puntales y sobre el muro, adoptar las envolventes propuestas por Peck.

Para el cálculo de los empujes en la condición final, el empuje total se consideró como la suma de los empujes del suelo e hidrostático. Se supuso que el suelo empujaría en su estado de reposo, dado que los muros del cajón estarían, en esta etapa, restringidos de todo desplazamiento lateral por las losas superior e inferior.

Empíricamente se consideraron como coeficientes de empuje en reposo 0.5 y 0.7 para el manto superficial y las arcillas respectivamente.

### **Estabilidad del fondo de la excavación.**

La posible falla del fondo de la excavación fue uno de los aspectos importantes que se consideraron en el estudio de los procedimientos de construcción, especialmente cuando dicha falla alcanzara las profundidades máximas de proyecto.

Se consideró que la falla del fondo se presentaría, principalmente cuando la arcilla que subyace a la excavación no tuviera la resistencia suficiente para soportar los esfuerzos de corte que se originarían por el desequilibrio de presiones, creado entre el interior y el exterior de la excavación.

Esta baja resistencia al corte, por tratarse de arcillas sensitivas, se iría mermando conforme transcurriera el tiempo, si la descarga producida por la excavación permaneciera actuando, por varios días, debido a las expansiones progresivas que se producirían en la masa del suelo.

En el estudio de la posibilidad de falla del fondo, se tuvieron presente los siguientes hechos importantes:

Se consideró que se abatía el nivel freático dentro de la excavación previamente al inicio de la misma, ya que de hecho, de no existir abatimiento durante la excavación, se crearían en su fondo, fuerzas de filtración ascendentes, que podrían disminuir considerablemente la presión por peso propio, favorable a la estabilidad que ejercería el bloque de suelo comprendido entre el fondo de la excavación y los empotramientos de los muros.

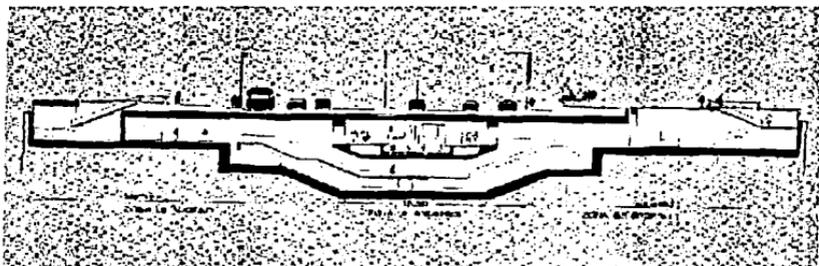
Esta situación sería más peligrosa si, por debajo del desplante de los muros y cerca del fondo de la excavación, existieran capas o lentes de arena con presión de poro.

Otro hecho importante que se consideró fue que, por efectuarse el colado de los muros bajo lodo tixotrópico, era muy probable que quedara una zona de contaminación de pequeño espesor separando el concreto sano del suelo, formada por lechada de cemento y lodo o bien por una costra de lodo (cake).

Debido a ello, no fue posible saber hasta qué grado se podía contar con la adherencia entre la pared de concreto y el suelo, razón por la cual esta adherencia no se tomó en cuenta en los análisis.

Por último, también se despreció la influencia favorable de la resistencia al corte a lo largo del plano de falla vertical, paralelo a la excavación del resto de la masa. Este hecho significó suponer que se crearía una grieta de tensión, desde el nivel del terreno hasta el nivel de la excavación, que impediría interacción entre el bloque y el resto de la masa del suelo.

Con base en lo anterior, se determinó en cada caso, el factor de seguridad que se tendría contra la falla del fondo cuando se alcanzara la máxima profundidad de excavación.



## **DESCRIPCION DEL PROYECTO**

## DESCRIPCION DEL PROYECTO

---

La decisión de construir un sistema de transporte rápido en nuestra ciudad, sistema que necesariamente debía ser subterráneo en su mayor parte, se vio demorada durante varios años, por las características del suelo de nuestra ciudad, mismos que venían a sumarse a los que son normales en obras de esta magnitud, sin restar importancia a las graves dificultades de financiamiento de las obras. Pero a pesar de todo lo anterior, no eran sino las de tipo técnico las que parecían obstáculos insuperables.

Era, sin embargo, tan evidente la necesidad de El Metro, cuyo buen funcionamiento constituye en todas partes una aportación decisiva, a la solución de los problemas ciudadanos tan serios, como los que se viven todos los días en la Ciudad de México.

La determinación del tipo de construcción se vio precedida por exhaustivos estudios que fueron confiados al Instituto de Ingeniería de la UNAM y seguida por la comprobación de los resultados teóricos, realizados durante el proceso de ejecución de las obras, obteniéndose las siguientes soluciones:

- **Solución superficial.**
- **Solución subterránea**
- **Solución elevada.**

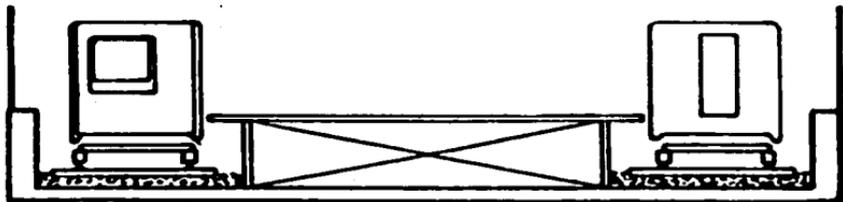
### **Solución Superficial.**

Es una solución estructural constituida por una losa de concreto reforzado de 8 m de ancho y dos muretes laterales de contención, como se muestra en el Croquis No. 2, la cual es desplantada sobre un terreno previamente mejorado, a una profundidad de 1.30 m para lograr, de esta manera, una mejor estabilidad al paso del tren.

Es posible utilizar una solución de tipo superficial, gracias a que ya existen avenidas con una sección transversal con medidas suficientes para alojar tanto al sistema Metro como a las vialidades adyacentes, cuidando substancialmente el paisaje urbano.

Para este tipo de estación se emplea un andén central, por lo funcional en cuanto al ascenso y descenso del usuario, como se muestra en el Croquis No. 2, localizados en:

- Línea 2, San Antonio Abad - General Anaya.
- Línea 3, Potrero - Indios Verdes.
- Línea 5, Eduardo Molina - Oceanía.
- Línea "A", Agrícola Oriental - La Paz.



Croquis No. 2  
SOLUCION SUPERFICIAL

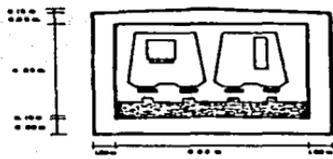
## **Solución subterránea.**

- Subterránea en cajón.

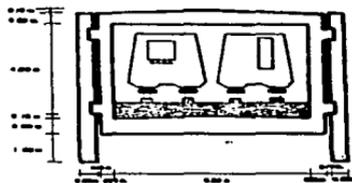
Es una estructura subterránea de concreto armado de sección rectangular, construida a cielo abierto y desplantada a la menor profundidad posible. Esta debe cumplir con los requisitos de estabilidad, compensación, flexibilidad e impermeabilidad que se requieren para suelos con características tan particulares, como las que imperan en el Valle de México. Este tipo de solución se puede observar en el Croquis No. 3.

Dentro de las ventajas que el tipo de estructura subterránea en cajón proporciona, tenemos que no se requiere de grandes secciones transversales de las avenidas por las cuales se pretende construir, no afecta el paisaje urbano, facilita el proyecto y, por ser subterránea, es posible proyectar cualquier tipo de estación de acuerdo a los factores antes mencionados.

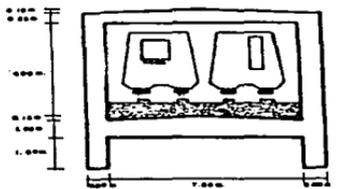
Dentro de este tipo de estructura se construyen estaciones con doble andén lateral en estaciones de paso y de doble andén lateral con andén central en estaciones de transbordo.



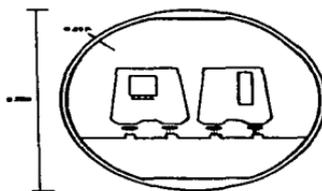
a) CAJON CONSTRUIDO A CIELO ABIERTO



b) CAJON CONSTRUIDO ENTRE MUROS A DEME



c) CAJON CONSTRUIDO CON MUROS A DEME INTEGRADOS A LA ESTRUCTURA



d) TUNEL CON ESCUDO

TESIS PROFESIONAL

Croquis No. 3: Solución subterránea

- **Subterránea en túnel.**

La posibilidad de construcción del Metro en túnel resulta una necesidad, ya que tanto la ampliación de la línea 3 como la línea 7 se localizan bajo importantes avenidas de alta densidad vehicular.

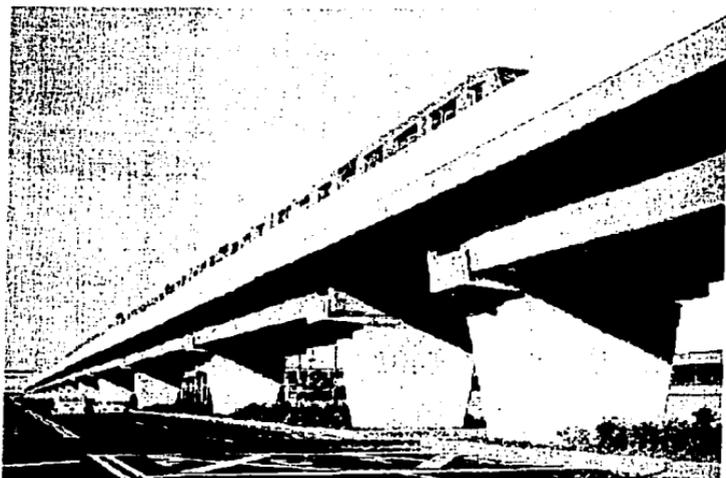
La profundidad de los túneles es definida por dos conceptos fundamentales de gran interrelación, a saber: el techo mínimo para llevar a cabo un procedimiento constructivo seguro, según el tipo de suelo y la ubicación adecuada de los accesos a la estación.

En el Croquis No. 3 se presenta un corte transversal esquemático de los diferentes tipos de solución subterránea, incluyendo la de túnel, excavado con escudo.

### **Solución Elevada**

La existencia de instalaciones de dimensiones considerables a lo largo de la ruta de las líneas 4 y parte de la 9, hace necesaria una evaluación de costos, entre el sistema tradicional de cajón y la posibilidad de implementar un sistema elevado, resultando más económica la construcción de este último.

La solución corresponde a las necesidades de facilitar el libre tránsito de vialidades transversales y longitudinales, así como las vías del ferrocarril. Esta solución está constituida por zapatas aisladas de concreto reforzado y columnas, también de concreto, apoyadas en pilotes de fricción. En forma horizontal tenemos vigas de concreto postensado, en secciones. La unión entre vigas y columnas se logra mediante apoyos de neopreno reforzadas con placas de acero (Fotografía No. 1).



Fotografía No. 1: Solución Elevada

## **Tipos de estaciones.**

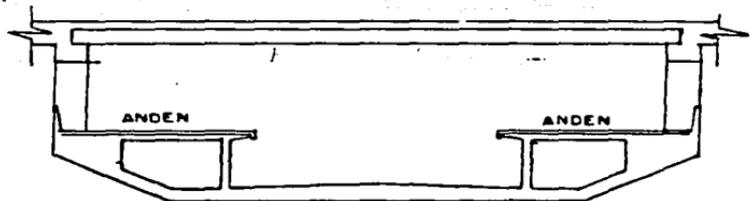
Los tipos de Estaciones se clasifican también en tres tipos, las cuales obedecen a la situación urbana y costo de construcción de la línea, tomando en cuenta la situación urbana de la zona donde se pretende trazar la línea así como las condiciones del terreno mismo. A continuación se mencionan brevemente los tipos de estaciones construidas en el Sistema Metro.

- Estación Superficial

Es una estructura a base de losa de concreto reforzado de 8 m de ancho por 150 m de longitud (Croquis No. 2), con dos muretes laterales de contención, la cual es desplantada sobre un terreno previamente mejorado y a una profundidad aproximada de 1.30 m para lograr de esta manera una adecuada compensación de cargas.

- Estación subterránea

La Estación Subterránea en cajón es en sí una estructura de concreto armado de sección rectangular, construida a cielo abierto y desplantada a la menor profundidad posible (Croquis No. 4).



Croquis No. 4: Estación subterránea

## Estación elevada

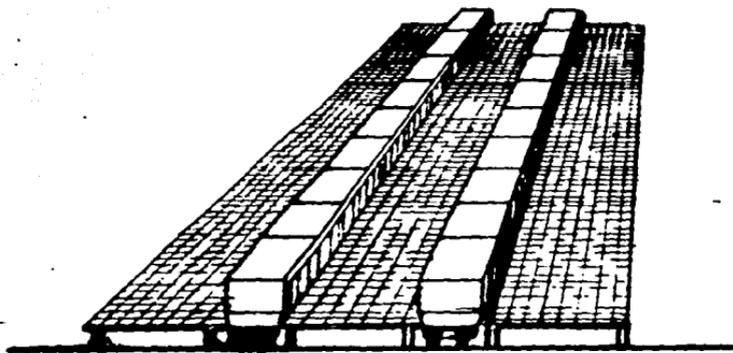
La Estación Elevada tiene las mismas características que los tipos de estaciones superficial y subterránea, excepto que es en construcción elevada.

## Estación de correspondencia Chabacano

Esta estación tiene dos tipos de soluciones de estaciones:

- Superficial
- Subterránea

El tipo de estación superficial corresponde a la Línea 2, Estación de Correspondencia Chabacano, que originalmente era una estación de paso, utilizando en aquel entonces un andén central, como se muestra en el Croquis No. 2, que con el devenir del tiempo y por las necesidades de transporte de la Ciudad de México, se modificó totalmente su configuración, pasando a ser una estación de transbordo, empleando, para este efecto, una estación de doble andén lateral y un andén central, como se muestra en el Croquis No. 5.



**Croquis No. 5: Estación con doble andén lateral y un andén central**

El tipo de estación subterránea corresponden a las líneas No. 8 y 9, que cuentan también con un andén central y dos laterales, por ser estaciones de correspondencia.

También se emplea este tipo de estaciones en terminales de las líneas, debido a la gran afluencia de usuarios. Se construyen superficiales y subterráneas, cada una con acabados que deben resistir el intemperismo, la humedad y el uso constante de los usuarios.

#### **Condiciones de servicio.**

Las condiciones de servicio en las estaciones se clasifican en dos tipos y son las siguientes:

- Condiciones de uso por usuarios.
- Condiciones de uso natural.

Por usuarios.

Son las referentes al desgaste ocasionado por los usuarios ya que estos provocan un deterioro constante en muros y pisos, principalmente, debido a la constante circulación de cinco millones de usuarios diarios, en promedio.

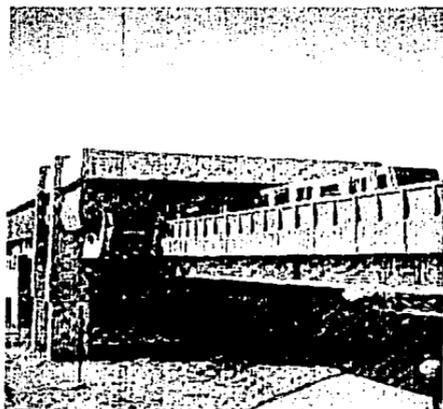
Por tal motivo, es necesario considerar materiales de alta resistencia al desgaste por fricción en pisos.

La experiencia adquirida, a lo largo de los años de servicio, nos muestran como material óptimo en pisos al Mármol Santo Tomás.

El deterioro en muros, tanto interiores como exteriores, de las estaciones es ocasionado por acciones impropias del usuario, tales como pintas, recargar los zapatos en los muros, etc., reflejándose más este efecto en los pasillos, vestíbulos y andenes de las estaciones ubicadas en líneas de alta fluencia de público usuario.

**Naturales.**

Como su nombre lo indica, son las características bajo las cuales fue construida la estación. Estas afecciones, por lo regular, son filtraciones tanto en pisos como en muros y losas, principalmente, denotándose en túneles y pasillos de las estaciones, afectando principalmente los acabados, dando una mala imagen.



**PROGRAMAS DE  
MANTENIMIENTO**

## **PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO**

---

### **Programas de Mantenimiento**

El mantenimiento es la actividad humana que conserva la calidad del servicio que prestan las instalaciones y edificios, en condiciones seguras y económicas.

En términos generales se puede establecer dos tipos de mantenimiento, los cuales se indican a continuación:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

### **Mantenimiento preventivo**

Es la serie de actividades desarrolladas en las instalaciones o edificios con el fin de asegurar que la calidad de servicio que éstos proporcionan, permanezca dentro de los límites presupuestados.

La diferencia entre estos tipos de mantenimiento es que el preventivo conserva la calidad de los servicios, mientras que el correctivo es para restaurar el servicio.

Como ejemplo, se anexan dos programas de mantenimiento preventivo: el primero, de Inspección, para el mes de enero, abarcando toda la Red del

**Sistema y el segundo, de las distintas áreas por atender, aplicado a la Línea "A".**

REFERENCIA COLECTIVO No. 1111001111

|                                               |                                            |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1 DE PANITLAN A SN. LAZARO                    | 11 P.R.: PANIT. I, P. FIERRO, ZARAC.       |
| 2 DE SN. LAZARO A INSURGENTES                 | 12 P.R.: ACROPTO, BALD., SN. LAZARO        |
| 3 P.C.C.                                      | 13 P.R.: SALTO, DURANTECO, INSURGENTES     |
| 4 P.C.C.                                      | 14 P.R.: CHAPULT., COSTITI, JUANACAT.      |
| 5 PANIT. I, ZARAC., G. FARIAS, ACROPTO.       | 15 P.R.: CANDELARIA I Y IV, JUAREZ         |
| 6 BALD., MOCT., SN. LAZARO, PERCED            | 16 P.R.: P. SUAREZ I Y II, N. FERRER       |
| 7 CANDELARIA I, IV Y P.C., ISABEL             | 17 TOVA I, VII Y P.C., OBSERVATORIO        |
| 8 SALTO, BALD. I Y III, DURANTECO             | 18 INSURG., DEVILLA, CHAPULT., JUANACAT.   |
| 21 P.R.: INDIOS, BASILICA, POTRERO            | 31 DE INSURGENTES A OBSERVATORIO           |
| 22 P.R.: LA RAZA III Y V, TLATELOLCO          | 32 DE POTRERO A HIDALGO                    |
| 23 P.R.: GRO., MOG. III Y H. GRAL.            | 33 DE HIDALGO A ETIOPIA                    |
| 24 P.R.: C. MEDICO, ETIOPIA, DIVISION         | 34 DE ETIOPIA A COYACAY                    |
| 25 P.R.: ZAPATA, COYCAC, VIVEROS              | 35 DE COYACAY A UNIVERSIDAD                |
| 26 P.R.: CUEVEDO, COPILCO, URAM.              | 36 N. FERRER, URAM., C. MEDICO ETIOPIA     |
| 27 INDIOS, BASILICA, POTRERO, TLATELOLCO      | 37 EUGENIA, DIV. ZAPATA, COYCACAY          |
| 28 LA RAZA III Y P.C., GRO., JUAREZ           | 38 VIVEROS, CUEVEDO, COPILCO, URAM.        |
| 41 T. TICOMAN                                 | 51 P.R.: CARRERA, TALISMAN, BONDJOITO      |
| 42 T. TICOMAN                                 | 52 P.R.: CANAL, MORELOS STA. ANITA         |
| 43 T. EL ROSARIO                              | 53 P.R.: PANITILAN V, HANGARES, TERMINAL   |
| 44 T. EL ROSARIO                              | 54 P.R.: PENON, OCEANIA, ANAGON            |
| 45 ROSARIO, TEZCOCO, AZCAP., FERRERIA         | 55 P.R.: CONSUELO V, V. SUAREZ, MISTERIOS  |
| 46 NTE. 45, VALLEJO, PETROLCO VI Y P.C.       | 56 P.R.: AUTOMOBUS, PETROLCO V, POLITEC.   |
| 47 SN. JUAREZ, POLANCO, REFORMA, COSTITI.     | 57 P.R.: ROSARIO, TEZCOCO, AZCAPOTZALCO    |
| 48 SN. PEDRO, SN. ANTONIO, MIXCOAC, BARRANCA  | 58 P.R.: FERRERIA, VALLEJO, PETROLCO VI    |
| 61 P.R.: CAMINOS, SANCTORUM, PANTEONES        | 71 DE PANITILAN V A OCEANIA Y              |
| 62 P.R.: TACUBA II, POPOTLA, NORMAL           | DE V. GEREZ A LA RAZA V                    |
| 63 P.R.: SN. COSME, REVOLUCION, HIDALGO II    | 72 DE EL ROSARIO A NORTE 45                |
| 64 P.R.: ZUCALO, SN. A. AGAO, VIADUCTO        | 73 DE NORTE 45 A NORTE POTRERO Y           |
| 65 P.R.: V. DE C., NATIVITAS, PORTALES        | DE POPOTLA A REVOLUCION                    |
| 66 P.R.: ENMITA, G. ANAYA, TASCUEÑA           | 74 NORMAL, ANCONCO, EFUJACION, B. ANTE     |
| 67 CAMINOS, PANTEONES, CUITLANHUAC, POPOTLA   | 75 NCE. II Y III, ALCALDE, P.S. I Y II     |
| 68 TACUBA II, VII Y P.C., C. MILITAR          | 76 ZUCALO, PASAD. S. ANAGAY, CHACABAN      |
|                                               | 77 VIADUCTO, XOLA, V. DE C., NATIVITAS     |
|                                               | 78 PORTALES, ENMITA, GRAL. ANAYA           |
| 81 T. ZARAGOZA                                | 91 DE C. CAMINOS A POPOTLA                 |
| 82 T. ZARAGOZA                                | 92 DE REVOLUCION A SN. ANTONIO ABAD        |
| 83 T. TASCUEÑA                                | 93 P.R.: TACUBA VII, S. JUANACAT., POLANCO |
| 84 T. TASCUEÑA                                | 94 P.R.: REFORMA, COSTITI. VII, SN. PEDRO  |
| 85 PANITILAN V, HANGARES, TERMINAL, OCEANIA   | 95 P.R.: TOVA I Y VII, OBSERVATORIO        |
| 86 ANAGON, MOLINA, V. GARCZ, MISTERIOS        | 96 P.R.: SN. ANTONIO, MIXCOAC, BARRANCA    |
| 87 CONSUELO IV, V Y P.C., BONDJOITO           | 97 CARRERA, TALISMAN, CANAL, MORELOS       |
| 88 LA RAZA V, AUTOMOBUS, PETROLCO V, POLITEC. | 98 FRAY SEBASTIAN, JAMAICA, STA. ANITA     |

## PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA

Area INSPECCION

Año 1975 Mes ENERO

**OBJETIVO:** Mantener en óptimas condiciones de servicio presentar en los estacionamientos, puntos de recarga, T. J. G. P. C. C. y rejilla, lavaj en zonas de ventilación

### SIMBOLOGIA

D - Limpieza  
CF - C/O Faltas  
V - Vibraciones  
T - T. J. G.  
PC - P. C. C. Corrosión  
T - T. J. G.

PR - Puntos de Recarga

A - Avistamiento  
C - Conchivos  
E - Errores  
L - L. J. G. C. C.

FP - Faltas de Puntos

FT - Faltas de Tiempo  
FE - Faltas de Equipo  
P - Preparación  
E - Ejecución

| SERVIDOR | I. | CUMPLE | DÍAS |    |    |    |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------|----|--------|------|----|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|          |    |        | 1    | 2  | 3  | 4  | 5 | 6 | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |    |    |
| 1        | 2º | 1º     | DF   | 51 | 71 | 91 | 0 | 0 | 1  | 21 | 41 | 61 | 81 | 0  | 0  | 11 | 31 | 51 | 71 |
|          |    | 2º     | 51   | 71 | 91 | 0  | 0 | 1 | 21 | 41 | 61 | 81 | 0  | 0  | 11 | 31 | 51 | 71 |    |
| 2        | 2º | 1º     | DF   | 52 | 72 | 92 | 0 | 0 | 2  | 22 | 42 | 62 | 82 | 0  | 0  | 12 | 32 | 52 |    |
|          |    | 2º     | 52   | 72 | 92 | 0  | 0 | 2 | 22 | 42 | 62 | 82 | 0  | 0  | 12 | 32 | 52 |    |    |
| 3        | 2º | 1º     | DF   | 53 | 73 | 93 | 0 | 0 | 3  | 23 | 43 | 63 | 83 | 0  | 0  | 13 | 33 | 53 |    |
|          |    | 2º     | 53   | 73 | 93 | 0  | 0 | 3 | 23 | 43 | 63 | 83 | 0  | 0  | 13 | 33 | 53 |    |    |
| 4        | 2º | 1º     | DF   | 54 | 74 | 94 | 0 | 0 | 4  | 24 | 44 | 64 | 84 | 0  | 0  | 14 | 34 | 54 |    |
|          |    | 2º     | 54   | 74 | 94 | 0  | 0 | 4 | 24 | 44 | 64 | 84 | 0  | 0  | 14 | 34 | 54 |    |    |
| 5        | 2º | 1º     | DF   | 55 | 75 | 95 | 0 | 0 | 5  | 25 | 45 | 65 | 85 | 0  | 0  | 15 | 35 | 55 |    |
|          |    | 2º     | 55   | 75 | 95 | 0  | 0 | 5 | 25 | 45 | 65 | 85 | 0  | 0  | 15 | 35 | 55 |    |    |
| 6        | 2º | 1º     | DF   | 56 | 76 | 96 | 0 | 0 | 6  | 26 | 46 | 66 | 86 | 0  | 0  | 16 | 36 | 56 |    |
|          |    | 2º     | 56   | 76 | 96 | 0  | 0 | 6 | 26 | 46 | 66 | 86 | 0  | 0  | 16 | 36 | 56 |    |    |
| 1        | 3º | 1º     | DF   | 57 | 77 | 97 | 0 | 0 | 7  | 27 | 47 | 67 | 87 | 0  | 0  | 17 | 37 | 57 |    |
|          |    | 2º     | 57   | 77 | 97 | 0  | 0 | 7 | 27 | 47 | 67 | 87 | 0  | 0  | 17 | 37 | 57 |    |    |
| 2        | 3º | 1º     | DF   | 58 | 78 | 98 | 0 | 0 | 8  | 28 | 48 | 68 | 88 | 0  | 0  | 18 | 38 | 58 |    |
|          |    | 2º     | 58   | 78 | 98 | 0  | 0 | 8 | 28 | 48 | 68 | 88 | 0  | 0  | 18 | 38 | 58 |    |    |

**LÍNEA A, METRO FERREO**

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

Introducción.

Las instalaciones de obra civil que integran la totalidad de la Línea "A", requieren para su mantenimiento de una serie de intervenciones tales como: albañilería, plomería, herrería, cerrajería y pintura, que permitan la conservación y condiciones de operación, con la finalidad de coadyuvar a la eficiente transportación de usuarios, dentro de un marco de seguridad y confort aceptable.

Objetivo.

El objetivo de la Coordinación de obra civil, al igual que todas las demás áreas que integran el Departamento de Servicios de Mantenimiento de las instalaciones fijas, es mantener dentro de lo posible las condiciones operativas de las diferentes instalaciones que integran las obras civiles.

## **Función.**

La Coordinación de obra civil de la Línea "A", tiene como principal función la de proporcionar los servicios de mantenimiento a las instalaciones de obra civil, además de tener una constante supervisión y seguimiento para controlar y mantener el nivel de calidad requerido y así como vigilar los avances en cada una de las diferentes actividades.

## **Importancia de las Obras Civiles.**

El lugar donde se alojan el 100% de las instalaciones electromecánicas, electrónicas, de vías e hidráulicas, corresponden a la obra civil, esto es sin hacer menos todas las áreas técnico - administrativas que ocupan los edificios que para tal fin fueron construidos. Es por eso que no hay que descuidar su mantenimiento preventivo y correctivo a fin de evitar su desencadenen averías provocadas por otras averías, o bien provoquen incidentes a los usuarios o trabajadores en las estaciones y en los talleres, respectivamente, o simplemente que decaiga el aspecto físico demeritando la imagen del S.T.C.

## **Ubicación de la Coordinación de la Obra Civil dentro de la Estructura Orgánica de la Línea "A".**

La Coordinación de Obra Civil se ubica como parte integrante de la estructura orgánica de la Gerencia de la Línea "A", dependiendo directamente del Departamento de Servicios de Mantenimiento de las Instalaciones Fijas.

El objetivo principal de la Coordinación de Obra Civil consiste en mantener en condiciones operativas las instalaciones que integran las obras civiles a través de dos áreas, como se aprecia en la figura N. 5.

## **Funciones y Organización de la Coordinación de Obra Civil.**

Entre sus múltiples funciones que realiza la Coordinación de Obra Civil destacan las siguientes:

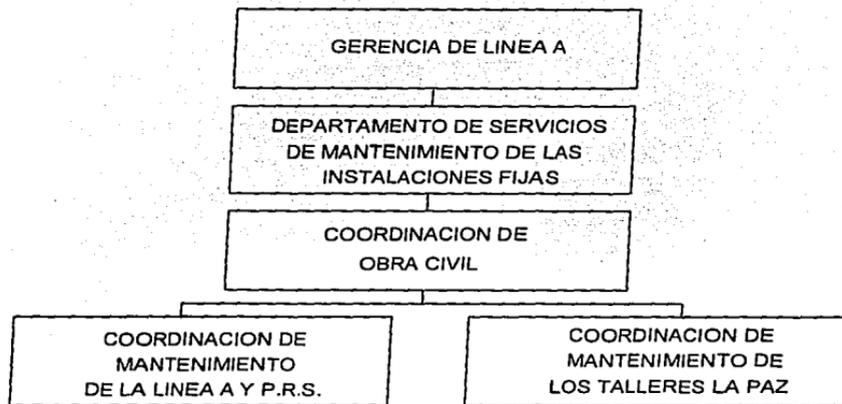
- **Elaboración de los programas anuales de mantenimiento**
- **Instrumentar y ejecutar los programas de mantenimiento.**
- **Elaboración e requisiciones de equipo, materiales y herramientas.**
- **Atención de averías en operación.**
- **Analizar las fallas ocurridas a las instalaciones y desarrollar alternativas que permitan mejorar las condiciones de operación, disminuyendo la presencia de averías.**

- Incrementar la eficiencia del funcionamiento técnico - administrativa del departamento.
- Atención de averías que se presentan durante la operación.
- Coordinación de las libranzas para la ejecución del mantenimiento correctivo y preventivo.
- Racionalización de los recursos de vehículos con las demás áreas.
- Efectuar constantes recorridos a fin de detectar las anomalías que pudieran poner en riesgo la operación.
- Hacer valer con Covitur, las garantías de las instalaciones con vicios ocultos.
- Valuar ante el jurídico los daños que provocan vehículos que se impactan en las instalaciones del Metro Férreo.

#### **Mecánica para la atención de averías.**

Debido a que la Coordinación de Obra Civil cuenta con dos áreas operativas, las averías que se produzcan durante la operación necesariamente serán captadas por el C.I.L., quien las turnará a su vez a la Coordinación de Obra Civil de lunes a sábado.

Internamente la Coordinación cuenta con dos permanencias; una en el anexo Guelatao y otra en los Talleres La Paz (Edificio de instalaciones), a fin de atender con prontitud cualquier contingencia.



**Figura N. 5: Areas de Coordinación de Obras Cíviles**

**COORDINACIÓN DE OBRA CIVIL  
FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO**

|                              |          |                                  |       |
|------------------------------|----------|----------------------------------|-------|
| <b>SUBSISTEMA:</b>           | PLOMERIA | <b>FRECUENCIA:</b>               | ANUAL |
| <b>EQUIPO O INSTALACION:</b> |          | 1. IMPERMEABILIZACION EN AZOTEAS |       |

**ACTIVIDADES PREVIAS**

1. Verificar que el área esté totalmente seca.

**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

1. Eliminar la basura y el polvo de toda el área a verificar
2. Verificar que todas las uniones del impermeabilizante (Morter Plast) estén pegadas; en caso contrario aplicar calor con el soplete y volver a unir la capa plástica, utilizando en caso necesario, una aplicación de Fester.
3. Verificar que todas las uniones del impermeabilizante (Morter Plast) estén dentro de las ranuras de los parapetos; en caso contrario, colocarlo en su sitio y aplicar sellador o cemento normal.
4. En caso de encontrar muy deteriorado el impermeabilizante, reportarlo a la Coordinación de Obra Civil para su corrección.

**NOTA ACLARATORIA:**

| PERSONAL REQUERIDO |          | CONSUMIBLES  | HERRAMIENTA Y EQUIPO      |
|--------------------|----------|--------------|---------------------------|
| CATEGORIA          | CANTIDAD |              |                           |
| Albañil            | 1        | Fester Techo | Soplete a gasolina o gas. |
| Ayudante           | 1        | Cemento      | Cuchara de albañil        |
|                    |          | Agua         |                           |

**COORDINACIÓN DE OBRA CIVIL  
FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO**

|                              |                            |                    |         |
|------------------------------|----------------------------|--------------------|---------|
| <b>SUBSISTEMA:</b>           | PLOMERIA                   | <b>FRECUENCIA:</b> | MENSUAL |
| <b>EQUIPO O INSTALACION:</b> | 2. FILTROS DE AGUA POTABLE |                    |         |

**ACTIVIDADES PREVIAS**

1. Retirar todos los utensilios próximos al filtro a fin de no mojarlos o contaminarlos. Verificar que el área esté totalmente seca.
2. Cerrar la llave de paso de alimentación.

**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

1. Quitar la tapa superior del filtro
2. Retirar el recipiente inferior
3. Extraer las bujías de cerámica con cuidado ya que son muy frágiles.
4. Cepillar las bujías con cepillo de cerdas suaves y eliminar todos los sedimentos y adherencias.
5. Enjuagar con agua limpia todas las bujías.
6. Verificar que aun conserven en su interior de las bujías los elementos filtrantes (gravilla) en caso contrario reportarlo.
7. Limpiar con agua limpia todos los accesorios.
8. Armar el filtro.
9. Verificar su funcionamiento llenando un envase chico y observar que no existan partículas en suspensión, en caso contrario repetir tres veces el llenado del vaso y si persisten las partículas reportarlo inmediatamente.

**NOTA ACLARATORIA:** No utilizar detergentes  
Utilizar guantes de hule bien limpios.

| PERSONAL REQUERIDO | CANTIDAD | CONSUMIBLES | HERRAMIENTA Y EQUIPO                                                 |
|--------------------|----------|-------------|----------------------------------------------------------------------|
| CATEGORIA          |          |             |                                                                      |
| Plomero            | 1        |             | Pinzas de presión<br>Cepillo de cerdas suaves<br>Un vaso de plástico |

**COORDINACIÓN DE OBRA CIVIL  
FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO**

|                              |                        |                    |       |
|------------------------------|------------------------|--------------------|-------|
| <b>SUBSISTEMA:</b>           | PLÓMERIA               | <b>FRECUENCIA:</b> | ANUAL |
| <b>EQUIPO O INSTALACION:</b> | 3. LIMPIEZA A CARCAMOS |                    |       |

**ACTIVIDADES PREVIAS**

1. Coordinarse con el área de Instalaciones Hidráulicas

**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

1. Extraer toda el agua del cárcamo con el equipo de bombeo, hasta donde lo permita el equipo.
2. Colocar bomba de achique para extraer el agua restante.
3. Sacar con la pala el azolve y depositarlo en tambos de 200 lts.
4. Limpiar las paredes del cárcamo con agua a presión.
5. Volver a sacar sólidos.

**NOTA ACLARATORIA:** Utilizar equipo de seguridad (botas de hule, impermeable con gorro, goggles, mascarilla y guantes de lavador).

| PERSONAL REQUERIDO | CANTIDAD | CONSUMIBLES           | HERRAMIENTA Y EQUIPO       |
|--------------------|----------|-----------------------|----------------------------|
| Plomero            | 1        | Tambo con agua limpia | Camioneta                  |
| Ayudante           | 3        |                       | Bomba de 3 H.P.            |
| Chofer             | 1        |                       | Manguera flexible          |
|                    |          |                       | Equipo de lavado a presión |
|                    |          |                       | Palas (2)                  |
|                    |          |                       | Cubeta de 19 lts (2)       |
|                    |          |                       | Tambos vacíos (2)          |
|                    |          |                       | Cepillo de plástico (1)    |

**COORDINACIÓN DE OBRA CIVIL  
FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO**

|                              |                          |                    |           |
|------------------------------|--------------------------|--------------------|-----------|
| <b>SUBSISTEMA:</b>           | PLOMERIA                 | <b>FRECUENCIA:</b> | BIMESTRAL |
| <b>EQUIPO O INSTALACION:</b> | 4. DRENAJES AGUAS NEGRAS |                    |           |

**ACTIVIDADES PREVIAS**

1. Coordinarse con el personal de vigilancia

**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

1. Retirar las rejillas de las coladeras
2. Introducir el chicote del equipo Kollman para limpiar cada una de las coladeras.
3. Introducir agua constantemente
4. Verificar la salida del agua en el registro correspondiente.
5. Retirar todos los objetos sólidos.
6. Colocar las rejillas de las coladeras.
7. Repetir el procedimiento en cada coladera a nivel andén y vestibulo.

**NOTA ACLARATORIA:**

| PERSONAL REQUERIDO |          | CONSUMIBLES | HERRAMIENTA Y EQUIPO                                           |
|--------------------|----------|-------------|----------------------------------------------------------------|
| CATEGORIA          | CANTIDAD |             |                                                                |
| Plomero            | 2        | Agua        | Kollman K-50 y<br>Kollman K-1500<br>c/sus accesorios           |
| Ayudante           | 2        |             | 2 desarenadores planos<br>2 desarenadores de cruz<br>2 cubetas |

**COORDINACIÓN DE OBRA CIVIL  
FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO**

**SUBSISTEMA:** PLOMERIA | **FRECUENCIA:** ANUAL  
**EQUIPO O INSTALACION:** 5. LIMPIEZA A CANAL CUBETA

**ACTIVIDADES PREVIAS**

- Colocar adecuadamente el señalamiento vial (conos, tambos, banderolas) así como ubicar el camión o camioneta para recoger la basura y el azolve

**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

- Destapar los registros
- Retirar la basura y azolve y depositarlo en costales.
- Colocar "Ratón o Pescado" a las guías de alambre.
- Introducir el ratón y retirarlo en el registro siguiente.
- Retirar el azolve.
- Repetir la actividad 4 hasta que corra libremente la guía y deje salir el azolve.
- Tapar y colocar 4 puntos de soldadura a la tapa.

**NOTA ACLARATORIA:** Utilizar equipo de seguridad: guantes de carnaza

| PERSONAL REQUERIDO | CONSUMIBLES     | HERRAMIENTA Y EQUIPO        |
|--------------------|-----------------|-----------------------------|
| <b>CATEGORIA</b>   | <b>CANTIDAD</b> |                             |
| Supervisor         | 2               | Alambre galvanizado         |
| Plomero            | 4               | 2 pinzas de mecánico        |
| Ayudante           | 8               | 4 pinzas de presión         |
| Herrero            | 2               | 4 barretas                  |
| Banderero          | 4               | 4 patas de cabra            |
| Electricista       | 1               | 4 picos                     |
| Chofer             | 1               | 4 palas                     |
|                    |                 | 2 mangueras de 1" de 15 m   |
|                    |                 | 1 camioneta o camión volteo |

**COORDINACIÓN DE OBRA CIVIL  
FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO**

|                              |                          |                    |           |
|------------------------------|--------------------------|--------------------|-----------|
| <b>SUBSISTEMA:</b>           | PLOMERIA                 | <b>FRECUENCIA:</b> | SÉMESTRAL |
| <b>EQUIPO O INSTALACION:</b> | 6. DESAZOLVE A REGISTROS |                    |           |

**ACTIVIDADES PREVIAS**

**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

1. Retirar la tapa del registro
2. Retirar el azolve del arenero.
3. Limpiar el marco y contramarco con cepillo de alambre.
4. Tapar os registros.
5. En caso de encontrar la tapa rota, reportarlo a la permanencia correspondiente.

**NOTA ACLARATORIA:**

| PERSONAL REQUERIDO | CANTIDAD | CONSUMIBLES | HERRAMIENTA Y EQUIPO                                                                                          |
|--------------------|----------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CATEGORIA          |          |             |                                                                                                               |
| Ayudante           | 2        |             | 1 cuchara de albañil<br>1 cucharón<br>2 botes de 19 lts.<br>1 cepillo de alambre<br>1 pico<br>1 pala de cabra |

**COORDINACIÓN DE OBRA CIVIL  
FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO**

|                              |                                             |                    |           |
|------------------------------|---------------------------------------------|--------------------|-----------|
| <b>SUBSISTEMA:</b>           | PLOMERIA                                    | <b>FRECUENCIA:</b> | SEMESTRAL |
| <b>EQUIPO O INSTALACION:</b> | 7. LIMPIEZA A BAJADAS PLUVIALES Y CANALONES |                    |           |

**ACTIVIDADES PREVIAS**

**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

1. Subirse a los canalones y retirar todo objeto extraño.
2. Retirar las coladeras de cúpula y limpiarlas, volviéndolas a colocar.
3. Destapar el registro correspondiente donde se ubica la descarga de la bajada.
4. Verificar que la bajada esté libre de obstáculos vaciando en el camión una cubeta con agua, la cual deberá salir con fuerza. En caso contrario, reportarlo a la permanencia correspondiente para su reparación.
5. Limpiar el marco y contramarco del registro con cepillo de alambre.
6. Tapar el registro
7. En el caso de que esté obstruida la bajada, reportarla a la permanencia correspondiente

**NOTA ACLARATORIA:**

| PERSONAL REQUERIDO | CANTIDAD | CONSUMIBLES | HERRAMIENTA Y EQUIPO |
|--------------------|----------|-------------|----------------------|
| CATEGORIA          |          |             |                      |
| Plomero            | 1        | Agua        | 1 escalera           |
| Ayudante           | 1        |             | 1 pico               |
|                    |          |             | 1 pala de cabra      |
|                    |          |             | 1 desarenador plano  |
|                    |          |             | 1 cubeta             |
|                    |          |             | 1 cepillo de alambre |

**COORDINACIÓN DE OBRA CIVIL  
FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO**

|                              |                         |                    |            |
|------------------------------|-------------------------|--------------------|------------|
| <b>SUBSISTEMA:</b>           | PLOMERIA                | <b>FRECUENCIA:</b> | TRIMESTRAL |
| <b>EQUIPO O INSTALACION:</b> | 8. LIMPIEZA A CISTERNAS |                    |            |

**ACTIVIDADES PREVIAS**

1. Coordinarse con el área de instalaciones mecánicas e hidráulicas para colocar fuera de servicio el equipo de bombeo.

**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

1. Prever con anticipación para cerrar la válvula de la banqueta.
2. El agua restante de la cisterna subirla al tinaco con el equipo en posición manual.
3. Dejar en la cisterna un espejo de agua de 10 a 15 cm.
4. Cepillar las paredes de la cisterna con cepillo de plástico.
5. Retirar manualmente el agua sucia con bote y jerga, hasta dejarla limpia y seca.
6. Abrir la válvula de la banqueta hasta lograr un espejo de 15 cm.
7. Agregar un litro de blanqueador a base de cloro y mezclar con la escoba.
8. Tallar con el cepillo bien limpio las paredes.
9. Desalojar el agua totalmente.
10. Enjuagar para quitar residuos de cloro repitiendo esta operación dos veces más.
11. Dejar llenar la cisterna.
12. Tapar adecuadamente la cisterna.

**NOTA ACLARATORIA:**

| <b>PERSONAL REQUERIDO</b> |                 |                                                                      |                                        |
|---------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>CATEGORIA</b>          | <b>CANTIDAD</b> | <b>CONSUMIBLES</b>                                                   | <b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>            |
| Ayudante                  | 2               | 1 lt de cloro<br>1 cepillo de plástico<br>1 escoba<br>1.5 m de jerga | 1 llave de banqueta<br>1 llave inglesa |

**COORDINACIÓN DE OBRA CIVIL  
FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO**

|                              |          |                           |           |
|------------------------------|----------|---------------------------|-----------|
| <b>SUBSISTEMA:</b>           | PLOMERIA | <b>FRECUENCIA:</b>        | BIMESTRAL |
| <b>EQUIPO O INSTALACION:</b> |          | 9. TINACO DE AGUA POTABLE |           |

**ACTIVIDADES PREVIAS**

1. Informar al área de hidráulica para que pongan fuera el equipo de bombeo y una vez concluida la limpieza se normalice el funcionamiento.

**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

1. Destapar el tinaco y retirar el flotador o hacer a un lado los electroniveles.
2. Conectar una manguera en la tubería de descarga para vaciar el tinaco hacia el vertedero del local de limpieza.
3. Dejar un espejo de 15 cm.
4. Cepillar el material del tinaco con material de plástico hasta dejar libre de adherencias las paredes del tinaco.
5. Desalojar el agua sucia por la manguera cerrando previamente la válvula de distribución.
6. Repetir la operación hasta dejarlo limpio y seco.
7. Se hace subir agua hasta lograr un espejo de 20 cm.
8. Agregar 1/2 l de blanqueador a base de cloro.
9. Cepillar las paredes internas del tinaco.
10. Vaciar el tinaco por el sistema convencional, retirando la manguera y abriendo la válvula de distribución.
11. Hacer funcionar las bombas para llenar el tinaco, colocando adecuadamente los electroniveles.
12. Tapar correctamente el tinaco.

|                                                       |                 |                                                                                                                         |                             |
|-------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>NOTA ACLARATORIA:</b> No utilizar cepillo de raíz. |                 |                                                                                                                         |                             |
| <b>PERSONAL REQUERIDO</b>                             |                 | <b>CONSUMIBLES</b>                                                                                                      | <b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b> |
| <b>CATEGORIA</b>                                      | <b>CANTIDAD</b> |                                                                                                                         |                             |
| Ayudante                                              | 2               | 2 cubetas<br>1.5 m de jerga<br>Cepillo de plástico<br>Alambre galvanizado<br>1/2 litro de cloro<br>5 m de manguera 3/4" | Llave perico                |

**COORDINACIÓN DE OBRA CIVIL  
FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO**

|                              |          |                      |           |
|------------------------------|----------|----------------------|-----------|
| <b>SUBSISTEMA:</b>           | PLOMERIA | <b>FRECUENCIA:</b>   | BIMESTRAL |
| <b>EQUIPO O INSTALACION:</b> |          | 10. TRAMPAS DE GRASA |           |

**ACTIVIDADES PREVIAS**

1. Coordinarse con el personal de los comedores.

**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

1. Destapar trampa de grasas retirando la tornillería.
2. Retirar láminas intermedias de la trampa.
3. Extraer todos los sólidos depositados en el fondo.
4. Enjuagar con agua limpia
5. Verificar se desaloje libremente toda el agua.
6. Colocar nuevamente las láminas intermedias.
7. Cerrar correctamente, cuidando que el empaque quede en su lugar.

**NOTA ACLARATORIA:** No descuidar los registros abiertos

| PERSONAL REQUERIDO |          | CONSUMIBLES | HERRAMIENTA Y EQUIPO                              |
|--------------------|----------|-------------|---------------------------------------------------|
| CATEGORIA          | CANTIDAD |             |                                                   |
| Ayudante           | 2        | Agua        | 1 desarmador plano grande<br>1 guantes de lavador |
|                    |          |             |                                                   |
|                    |          |             |                                                   |

**COORDINACIÓN DE OBRA CIVIL  
FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO**

|                                                        |                               |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>SUBSISTEMA:</b> PLOMERIA                            | <b>FRECUENCIA:</b> TRIMESTRAL |
| <b>EQUIPO O INSTALACION:</b> 11. ENGRASADO DE CORTINAS |                               |

**ACTIVIDADES PREVIAS**

**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

1. Subir la cortina.
2. Limpiar las correderas con petróleo así como los engranes.
3. Colocar grasa en las correderas y en los engranes.
4. Bajar y volver a subir la cortina
5. Dejar la cortina en la posición deseada por el área usuaria.

**NOTA ACLARATORIA:**

| PERSONAL REQUERIDO           | CANTIDAD | CONSUMIBLES               | HERRAMIENTA Y EQUIPO         |
|------------------------------|----------|---------------------------|------------------------------|
| <b>CATEGORIA</b><br>Ayudante | 1        | Grasa grafitada<br>Estopa | Escalera<br>Desarmador plano |

**COORDINACIÓN DE OBRA CIVIL  
FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO**

**SUBSISTEMA:** PLÓMERIA      **FRECUENCIA:**  
**EQUIPO O INSTALACION:** 12. MANTENIMIENTO A PUERTAS METALICAS

**ACTIVIDADES PREVIAS**

**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

1. Revisión de soldadura en general (bisagras).
2. Limpieza de las guías de puertas corredizas con estopa y petróleo en general.
3. Lubricación de grúas con grasa grafitada.
4. Limpieza de baleros de carretillas en las puertas corredizas con estopa y petróleo.
5. Lubricación de baleros de carretilla en las puertas corredizas con grasa grafitada.
6. Lubricación de bisagras de perno con aceite.
7. Revisar que todas las puertas funcionen correctamente después de lubricarlas.
8. En caso de encontrarse desperfectos, reportar a la permanencia para su corrección.

**NOTA ACLARATORIA:**

| PERSONAL REQUERIDO |          | CONSUMIBLES     | HERRAMIENTA Y EQUIPO    |
|--------------------|----------|-----------------|-------------------------|
| CATEGORIA          | CANTIDAD |                 |                         |
| Herrero            | 1        | Grasa grafitada | 2 desarmadores planos   |
| Ayudante           | 1        | Aceite          | 1 barreta pata de cabra |
|                    |          | Petróleo        | 1 aceitera<br>estopa    |

**COORDINACIÓN DE OBRA CIVIL  
FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO**

|                              |            |                                |           |
|------------------------------|------------|--------------------------------|-----------|
| <b>SUBSISTEMA:</b>           | CERRAJERÍA | <b>FRECUENCIA:</b>             | BIMESTRAL |
| <b>EQUIPO O INSTALACION:</b> |            | 13. MANTENIMIENTO A CERRADURAS |           |

**ACTIVIDADES PREVIAS**

**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

1. Lubricación de cilindros y mecanismo con aflojatodo en spray o con polvo de grafito.
2. Hacer trabajar la chapa con su llave hasta que trabaje normalmente.
3. En caso de mal funcionamiento, desarmar la chapa y lavar sus piezas con petróleo y engrasar
4. En caso de existir desperfecto en la chapa, reportarla a la permanencia correspondiente.

**NOTA ACLARATORIA:**

| PERSONAL REQUERIDO |          | CONSUMIBLES                                                              | HERRAMIENTA Y EQUIPO                                         |
|--------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| CATEGORIA          | CANTIDAD |                                                                          |                                                              |
| Cerrajero          | 1        | Lubricador antioxidante<br>Aflojatodo key en spray<br>Estopa<br>Petróleo | Pinzas<br>Desarmador<br>Juego de llaves del lugar<br>Ganzúas |

**COORDINACIÓN DE OBRA CIVIL  
FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO**

|                              |              |                    |           |
|------------------------------|--------------|--------------------|-----------|
| <b>SUBSISTEMA:</b>           | CERRAJERIA   | <b>FRECUENCIA:</b> | BIMESTRAL |
| <b>EQUIPO O INSTALACION:</b> | 14. CANDADOS |                    |           |

**ACTIVIDADES PREVIAS**

**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

1. Lubricación de cilindros y mecanismo con aflojatodo en spray o con polvo de grafito.
2. Hacer trabajar el candado con su llave hasta que trabaje normalmente.
3. En caso de mal funcionamiento, desarmar el candado y lavar sus piezas con petróleo y engrasar
4. En caso de existir desperfecto en el candado, reportarlo a la permanencia correspondiente.

**NOTA ACLARATORIA:**

| PERSONAL REQUERIDO |          | CONSUMIBLES             |  | HERRAMIENTA Y EQUIPO      |  |
|--------------------|----------|-------------------------|--|---------------------------|--|
| CATEGORIA          | CANTIDAD |                         |  |                           |  |
| Cerrajero          | 1        | Lubricador antioxidante |  | Pinzas                    |  |
|                    |          | Aflojatodo key en spray |  | Desarmador                |  |
|                    |          | Estopa                  |  | Juego de llaves del lugar |  |
|                    |          | Petróleo                |  | Ganzúas                   |  |

**COORDINACIÓN DE OBRA CIVIL  
FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO**

|                              |                          |                    |       |
|------------------------------|--------------------------|--------------------|-------|
| <b>SUBSISTEMA:</b>           | PINTURA                  | <b>FRECUENCIA:</b> | ANUAL |
| <b>EQUIPO O INSTALACION:</b> | 15. FACHADA DE EDIFICIOS |                    |       |

**ACTIVIDADES PREVIAS**

**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

1. Cepillar la fachada para eliminar pintura suelta.
2. Resanar fisuras con blanco de España y pintura.
3. Pintar el área deseada.

**NOTA ACLARATORIA:**

| PERSONAL REQUERIDO |          | CONSUMIBLES                 | HERRAMIENTA Y EQUIPO            |
|--------------------|----------|-----------------------------|---------------------------------|
| CATEGORIA          | CANTIDAD |                             |                                 |
| Pintor<br>Ayudante | 1        | Pintura<br>Blanco de España | Escalera<br>Brocha o<br>Rodillo |

**COORDINACIÓN DE OBRA CIVIL  
FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO**

|                              |         |                          |       |
|------------------------------|---------|--------------------------|-------|
| <b>SUBSISTEMA:</b>           | PINTURA | <b>FRECUENCIA:</b>       | ANUAL |
| <b>EQUIPO O INSTALACION:</b> |         | 16. FACHADA DE EDIFICIOS |       |

**ACTIVIDADES PREVIAS**

1. Coordinarse con el área usuaria

**ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

1. Limpiar el área a pintar (libre de polvo y grasa).
2. Colocar cinta de Masking - Tape en las orillas
3. Pintar con brocha el área deseada.
4. Retirar el Masking-Tape (Este soporta dos colocaciones).

**NOTA ACLARATORIA:**

| PERSONAL REQUERIDO |          | CONSUMIBLES | HERRAMIENTA Y EQUIPO |
|--------------------|----------|-------------|----------------------|
| CATEGORIA          | CANTIDAD |             |                      |
| Pinlor             | 1        | Pintura     | Brochas              |
| Ayudante           | 1        | Tinher      |                      |

## **Mantenimiento correctivo**

El trabajo correctivo es aquel que se proporciona a las instalaciones y edificios cuando, a consecuencia de una falla, han dejado de prestar la calidad de servicio para la que fueron diseñados.

### **Ciclo Administrativo del Mantenimiento**

En el mantenimiento, como en otras actividades, es necesario contar con un plan de desarrollo a seguir, como se esquematiza en la Figura No. 3, que empieza con la planeación del mantenimiento.

Figura No. 3  
**CICLOADMINISTRATIVO DEL MANTENIMIENTO**



**TESIS PROFESIONAL**

### **Organización dentro del programa de mantenimiento.**

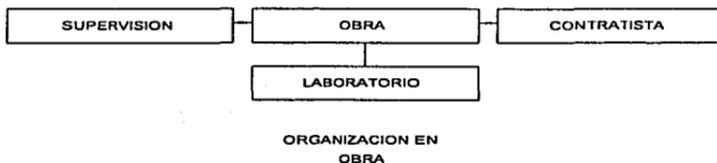
Siendo la obra el lugar en el cual se tiene que ver desde propietarios, proyectistas, calculistas, constructores, supervisores, etc., podemos señalar la existencia de niveles de organización, los cuales se indican a continuación:

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**



Esta organización se presenta al darse forma al proyecto y al inicio y entrega de la obra principalmente, que son las etapas de contratación y liquidación de la misma.

Durante el proceso de construcción, intervienen más en la organización dentro de la obra, la empresa contratista, la compañía supervisora y el laboratorio, así entonces, tenemos el siguiente organigrama:



La organización interna se esquematiza de la siguiente forma:



Refiriéndose al tema que nos ocupa, es aquí donde interviene la Sub-Gerencia de Mantenimiento de Estaciones y Líneas. La comunicación se inicia desde el momento en que un supervisor de Líneas y Estaciones reporta una falla o anomalía al Puesto Central de Control, mismo que clasifica dichos reportes, en dos tipos: urgentes y ordinarios.

**Reportes urgentes:**

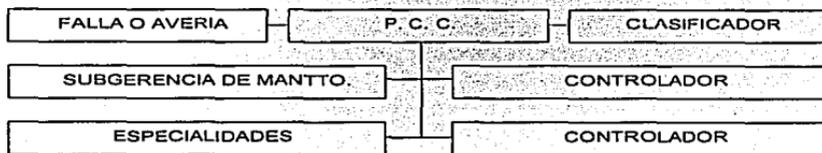
Son aquellos eventos que intervienen obstruyendo fuertemente el servicio, debiéndose atender lo más rápido posible.

**Reportes ordinarios:**

Son aquellas fallas o averías que pueden esperar un poco más de tres días.

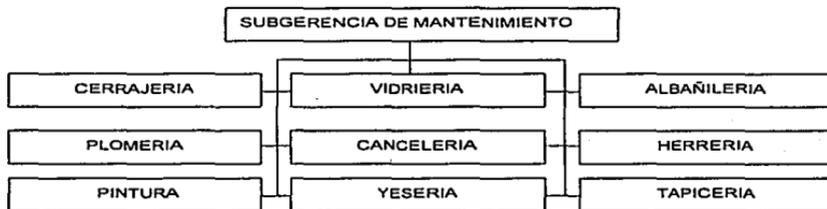
Cabe señalar que una avería con carácter de ordinario, en los acabados del Sistema de Transporte Colectivo Metro, es atendida y corregida en un lapso de no más de dos semanas.

El siguiente diagrama de flujo nos muestra el procedimiento de reporte de las averfas.



#### REPORTE DE AVERIAS

Enfocando a más detalle, La Sub-Gerencia de Mantenimiento trabaja con mano de obra calificada para cada tipo de trabajo, como se ilustra en la siguiente figura:



Todo lo anterior se apoya en una forma llamada "Orden de Trabajo", en la cual se lleva el control cualitativo y cuantitativo de todas y cada una de las actividades. (Ver siguientes formatos).

### FORMATO No. 1: ORDEN DE TRABAJO

GERENCIA DE OBRAS  
SUBGERENCIA DE MANTENIMIENTO DE OBRA CIVIL

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE ESTACIONES Y LINEAS  
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS, TALLERES, PLAZAS

UBICACION \_\_\_\_\_

LINEA O ZONA \_\_\_\_\_ No. DE OT \_\_\_\_\_

ESPECIALIDAD \_\_\_\_\_ No. ANUAL \_\_\_\_\_

No. CC \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

FALLA \_\_\_\_\_

No. RA \_\_\_\_\_ M. DE O. \_\_\_\_\_

SOLIC. \_\_\_\_\_ ORIGEN INF. \_\_\_\_\_

TRABAJO A REALIZAR \_\_\_\_\_

FECHA INICIO \_\_\_\_\_ FECHA TERM. \_\_\_\_\_

TIEMPO PROG. \_\_\_\_\_ TIEMPO REAL \_\_\_\_\_

DIF. DE TIEMPO \_\_\_\_\_ PRIORIDAD \_\_\_\_\_

INSPECTOR \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

INMUEBLE \_\_\_\_\_ TURNO \_\_\_\_\_

TURNADO A \_\_\_\_\_ BRIGADA \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### MATERIAL PROGRAMADO

| No. | DESCRIPCION | CANTIDAD | UNIDAD |
|-----|-------------|----------|--------|
| 1   |             |          |        |
| 2   |             |          |        |
| 3   |             |          |        |
| 4   |             |          |        |
| 5   |             |          |        |
| 6   |             |          |        |
| 7   |             |          |        |
| 8   |             |          |        |
| 9   |             |          |        |
| 10  |             |          |        |

#### HERRAMIENTA PROGRAMADA

| No. | DESCRIPCION |
|-----|-------------|
| 1   |             |
| 2   |             |
| 3   |             |
| 4   |             |
| 5   |             |
| 6   |             |

#### HERRAMIENTA UTILIZADA

| DESCRIPCION |
|-------------|
|             |
|             |
|             |
|             |
|             |
|             |

#### EQUIPO PROGRAMADO

| No. | DESCRIPCION |
|-----|-------------|
| 1   |             |
| 2   |             |
| 3   |             |

#### EQUIPO UTILIZADO

| DESCRIPCION |
|-------------|
|             |
|             |
|             |

FORMATO No. 2: ORDEN DE TRABAJO

|                                           |                |       |
|-------------------------------------------|----------------|-------|
| MANO DE OBRA UTILIZADA                    | TIEMPO DE INT. | FECHA |
| MATERIAL UTILIZADO                        | OBSERVACIONES  |       |
|                                           |                |       |
|                                           |                |       |
|                                           |                |       |
| EQUIPO UTILIZADO                          |                |       |
|                                           |                |       |
| ATENDIDO POR: _____<br>Va. Bn. SUPERVISOR | FIRMA          |       |
| NOMBRE Y FIRMA                            | 0              | 50    |
|                                           |                | 100%  |
| MANO DE OBRA UTILIZADA                    | TIEMPO DE INT. | FECHA |
| MATERIAL UTILIZADO                        | OBSERVACIONES  |       |
|                                           |                |       |
|                                           |                |       |
|                                           |                |       |
| EQUIPO UTILIZADO                          |                |       |
|                                           |                |       |
| ATENDIDO POR: _____<br>Va. Bn. SUPERVISOR | FIRMA          |       |
| NOMBRE Y FIRMA                            | 0              | 50    |
|                                           |                | 100%  |
| MANO DE OBRA UTILIZADA                    | TIEMPO DE INT. | FECHA |
| MATERIAL UTILIZADO                        | OBSERVACIONES  |       |
|                                           |                |       |
|                                           |                |       |
|                                           |                |       |
| EQUIPO UTILIZADO                          |                |       |
|                                           |                |       |
| ATENDIDO POR: _____<br>Va. Bn. SUPERVISOR | FIRMA          |       |
| NOMBRE Y FIRMA                            | 0              | 50    |
|                                           |                | 100%  |
| MANO DE OBRA UTILIZADA                    | TIEMPO DE INT. | FECHA |
| MATERIAL UTILIZADO                        | OBSERVACIONES  |       |
|                                           |                |       |
|                                           |                |       |
|                                           |                |       |
| EQUIPO UTILIZADO                          |                |       |
|                                           |                |       |
| ATENDIDO POR: _____<br>Va. Bn. SUPERVISOR | FIRMA          |       |
| NOMBRE Y FIRMA                            | 0              | 50    |
|                                           |                | 100%  |

**FORMATO No. 3: RECEPCION DE ORDEN DE TRABAJO**

**GERENCIA DE OBRAS**

SUBGERENCIA DE MANTENIMIENTO DE OBRA CIVIL

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE ESTACIONES Y LINEAS

RECEPCION O.T. \_\_\_\_\_

UBICACION: \_\_\_\_\_

DESCRIPCION DE TRABAJOS REALIZADOS:

ENTREGO: \_\_\_\_\_

RECIBIO: \_\_\_\_\_

NOMBRE: \_\_\_\_\_

NOMBRE: \_\_\_\_\_

EXPEDIENTE: \_\_\_\_\_

EXPEDIENTE: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_



**MANTENIMIENTO A  
LOS ACABADOS**

### **El mantenimiento**

Los materiales, equipos e instalaciones de las obras, se van degradando con el paso del tiempo, sufriendo deterioros y daños de diversa índole, los cuales deben prevenirse y corregirse a fin de que las instalaciones se mantengan, en lo posible, en buenas condiciones, tanto en su apariencia, como en su funcionamiento y aún de seguridad y estabilidad que tenía, al ser dado a servicio.

La función del control en la construcción, que en los aspectos de orden técnico busca garantizar la calidad de las obras, no concluye con su entrega definitiva, debiendo proyectarse a la etapa del servicio, a fin de que éstas puedan mantener su buen aspecto, conservar la durabilidad física y la resistencia mecánica de sus materiales y componentes y asegurar la funcionalidad de sus instalaciones y equipos.

Si como calidad en el sentido más amplio consideramos el grado en que la instalación satisface las necesidades y expectativas de sus usuarios, vemos que el conjunto de condiciones que ella implica, se concibe en su diseño, se implementa mediante las especificaciones constructivas y se materializa en la obra con los materiales y métodos de trabajo adecuados para lograr los objetivos del proyecto.

Finalmente, durante su vida útil, la calidad de la edificación así concebida y materializada, se conserva o recupera mediante labores de mantenimiento que le permitan satisfacer las exigencias del servicio.

El mantenimiento, en términos generales, consiste en el conjunto de labores de aseo, higiene, renovación, reparación y aún de reconstrucción que deben efectuarse para conservar o restablecer al máximo las condiciones de apariencia y de confort, así como la adecuada operación de sus instalaciones y equipos.

En el caso del Metro, por las exigencias propias del servicio, se pueden señalar las cargas, el desgaste, la suciedad y en suma, las acciones físicas, químicas y mecánica que tienen origen en el medio en que se encuentra y/o en el trato que los usuarios le dan a las instalaciones.

Tales acciones pueden ser naturales, cuando provienen del clima, la atmósfera, el viento, la lluvia, la temperatura, los movimientos sísmicos y el comportamiento del suelo, o accidentales, como es el caso de los incendios.

El mantenimiento, como conjunto de labores, tiene por objeto prevenir los efectos de la degradación física y funcional de las instalaciones, controlar su avance y aplicar las medidas correctivas para enmendarias, ser pues, consecuencia del proceso específico de envejecimiento que experimenten, en virtud y por efecto de

procesos diferentes que causan deterioros de diversos tipos y grado de importancia.

A continuación se menciona algunas de las "acciones degradantes" que afectan las instalaciones del Metro.

Las causas de la degradación y destrucción de las instalaciones pueden agruparse, según su naturaleza, en físicas, químicas, mecánicas y biológicas.

Las acciones físicas son originadas por el agua, el sol, el viento y la temperatura.

**El agua.**

Como agente de primordial importancia, el agua es causa de una serie de deterioros que afectan en diversas formas los materiales y componentes de las edificaciones.

Al hacerse presente, ya sea por efectos de capilaridad en el interior de los muros o a través de los pisos en contacto con el suelo, por absorción de la lluvia por parte de los materiales expuestos a la intemperie, por filtraciones en cubiertas, por goteo de tuberías averiadas, fugas de agua potable (en la red municipal), por tuberías rotas o uniones deficientes, en fin, por cualquiera otra de las muchas formas en que pueden manifestarse, el agua es un agente destructivo de la mayor importancia en las instalaciones, causa de

un sinnúmero de deterioros que demeritan su servicio y acortan su vida útil.

En el metro, uno de los principales problemas que se tiene, son las filtraciones por agua del nivel freático de la Ciudad de México.

#### El Sol.

Es un factor físico muy importante, ya que la luz y el calor que producen afectan notablemente ciertos materiales sensibles a la exposición directa de sus rayos. Tal es el caso de los impermeabilizantes que usamos en las azoteas y los diversos tipos de acabados que se tiene en las fachadas.

Asimismo, algunos materiales expuestos al sol directo pueden sufrir efectos de desecamiento, que al fisurarse permiten el paso del agua en forma de humedad, gotas o chorros, desencadenando los procesos de degradación ya mencionados.

#### La temperatura.

Los cambios de temperatura, a medida que las digresiones sean mayores y mayor el tiempo de ocurrencia, motivan variaciones dimensionales y con ellos esfuerzos internos en el material que generan deterioros físicos como las fisuras o cambios químicos en su estructura.

### **Acciones mecánicas.**

**Conjunto de causas de diverso origen y naturaleza que motivan sollicitaciones mecánicas como esfuerzos simples o combinados de compresión, tensión, tracción, flexión u otros.**

**Existen fallas estructurales que pueden adquirir grados críticos, amenazar ruina y aún producir colapsos al excederse substancialmente los factores de seguridad.**

### **El terreno.**

**El terreno actúa como agente de las fuerzas generadoras por los movimientos del mismo, como los empujes, las presiones del agua subterránea, asentamientos que se experimentan al consolidarse una construcción por su propio peso, lo cual ocurre al emigrar el agua de los estratos del subsuelo así como por eliminación de sus gases y vacíos.**

**Los asentamientos diferenciales con su secuela de los desplomes, desniveles y aún de rotura de elementos, constituye otro de los factores importantes en la construcción del Metro en zonas donde el subsuelo acusa particulares condiciones de compresibilidad.**

Por ello, el constatar y examinar con cuidado tales efectos durante la construcción y en la etapa inicial de servicio de las instalaciones, es una de las tareas más relevantes de su control técnico.

#### Los sismos.

Aunque un temblor excepcionalmente fuerte se le puede considerar como una causa accidental, este criterio sólo sería válido para regiones de bajo riesgo sísmico, donde históricamente esta actividad telúrica haya sido excepcional o secundaria en sus manifestaciones, pero no resultaría aplicable, en cambio, a otras donde haya antecedentes importantes o donde potencialmente existan riesgos de esta naturaleza. Tal es el caso de la Ciudad de México, la cual fue gravemente afectada en el sismo de 1985 pero, para fortuna de muchos, el Metro no sufrió consecuencias graves que lamentar, ni en sus estructuras ni a su público usuario.

## Acciones accidentales

Independientemente de su naturaleza, en un último grupo de agentes de deterioro y destrucción de las edificaciones, son originadas en accidentes y no pueden, por tanto, ser imputables al uso, al medio físico o al ambiente. Entre tales causas, que si bien son de carácter excepcional, tienen efectos sumamente destructivos por su potencia devastadora, se destacan el fuego y los impactos por choques. En el Metro, aunque en menor escala, se han dado estos dos fenómenos, por lo que se han tomado las medidas pertinentes a fin de evitarlos. Para evitar los incendios se ha colocado una red contra incendios en toda la red del sistema (incluyendo sus talleres) y se han colocado muros pantalla (en Calzada de Tlalpan, Calzada Ignacio Zaragoza, etc.) para evitar los choques contra las instalaciones del sistema.

## **Daños en las edificaciones.**

Durante su vida útil, las edificaciones están expuestas a las acciones degradantes que les causan daños y deterioros de naturaleza importante y frecuencias diferentes, las cuales alteran sus condiciones de apariencia y funcionamiento que tenían al ponerlas en servicio.

Para prevenir tales desórdenes o para corregirlos cuando se presenten, se realizan labores de mantenimiento que varían de acuerdo a las circunstancias específicas del caso.

La degradación de los materiales o elementos de la construcción, tiene la característica de ser gradual, es decir, que si los daños no se corrigen oportuna y adecuadamente, se agravan en forma progresiva con el tiempo pudiendo causar otras fallas más significativas.

Como en toda obra, en el supuesto de que su planeamiento y ejecución hayan sido inobjectables, las labores de mantenimiento siempre serán necesarias por la condición perecedera de sus materiales, el desgaste de los equipos que determinan los inevitables desperfectos y daños propios de los usos que se dan a las instalaciones y del medio en que se encuentran.

Los deterioros más frecuentes de los materiales de construcción son:

a) **Concretos y morteros.**

En este grupo se incluyen los concretos de diversas clases; simple, reforzado, tensado, poroso, y en fin, toda la amplia gama de concretos especiales preparados industrialmente, así como los morteros de diversas especificaciones.

Estos materiales se deterioran por efectos de retracción, por disolución mediante la acción física del agua como agente erosionante, por proceso de corrosión y carbonatación que desarrollan ciertas sustancias contenidas en el agua o en ellos mismos.

Químicamente el concreto y los morteros son atacados por diversas sustancias, entre las cuales cabe señalar a los azúcares, melazas, aceites y jabones, por lo cual es necesario tener cuidados especiales cuando estén en contacto con los mismos o con productos que contienen éstas u otras sustancias nocivas que se encuentran en estado de solución, tomando en cuenta que los ácidos lo deterioran siempre.

Las mencionadas sales solubles, como los sulfatos, producen expansiones que causan agrietamientos, dando mal aspecto a los acabados.

**b) Materiales pétreos y de albañilería.**

Se incluyen en este grupo a los mármoles y otras piedras naturales utilizadas para pisos y revestimientos, así como los materiales cerámicos y de mampostería.

Las acciones degradantes suelen ser del mismo tipo de las que afectan el anterior grupo, aunque los productos cerámicos como el ladrillo, el block de arcilla cocida, muestran una gran resistencia a la erosión, salvo cuando eventualmente se produzcan efectos destructivos por el salitre que contienen, como consecuencia de un proceso de cristalización de sales, por la carbonatación o por causa de un deficiente grado de acción del material que lo haga susceptible a los defectos del agua o la abrasión.

Estos materiales porosos también se degradan con el agua, que por el fenómeno de la capilaridad, puede saturarlos dando lugar a las eflorescencias mencionadas.

Según la importancia de sus efectos y la prioridad que plantea su corrección, los desperfectos y daños de las instalaciones pueden clasificarse en diferentes grados:

**b.1) Daños superficiales.**

Corresponden en general a deterioros comunes pues apenas afectan la apariencia de un elemento o la función de un componente en forma y medida poco significativas, siendo posible corregirlos fácilmente mediante retoques, ajustes o arreglos simples.

La importancia relativa de estos daños superficiales radica en que se pueden agravar si no son corregidos oportunamente, con lo cual su posterior reparación se hace más difícil y costosa.

Estos desperfectos suelen ser característicos durante el período inicial de servicio de las edificaciones.

**b.2) Daños mayores**

Desórdenes ya más significativos por su tipo o magnitud que los anteriores, cuyos efectos resultan relevantes, en cuanto que deterioran la apariencia o el confort de las instalaciones, haciendo necesaria su refacción o reparación.

El género de arreglos que determinan no siempre implica conocimientos especiales para afectarlos ni necesariamente gastos considerables si no se trata de daños extensivos o generalizados.

**b.3) Daños graves.**

Son aquellos que ocasionan serios trastornos en las condiciones generales de uso, de funcionamiento y aún de seguridad de las instalaciones o en particular de una zona, equipo o componente.

Estos daños, aún cuando no sean ni se conviertan fatalmente en críticos, al afectar la estabilidad o seguridad del inmueble, deben corregirse sin dilatación, ya que las perturbaciones que causan, menguan las condiciones de servicio a niveles intolerables y exigen para ser corregidos, trabajos especiales de reparación, realizados por personal idóneo, pudiendo además, implicar la renovación de componentes o partes dañadas que no ofrezcan las debidas garantías.

La importancia directa de estos daños radica en el grado de perturbación o Insatisfacción que causan a los usuarios e Indirectamente, de la relativa facilidad con que podrían convertirse en fallas críticas que no dan tregua para su rectificación.

**b.4) Daños críticos.**

Finalmente cuando los daños afectan el grado máximo las condiciones de uso y funcionamiento de las instalaciones, llegando hasta poner en peligro la seguridad de las personas, alcanzan su mayor importancia y más alto nivel de riesgo.

Tal sería el caso de edificios que amenazan ruina por fallas en la cimentación y/o en la estructura o se encuentran en grave riesgo en sus instalaciones que, además de los grandes problemas de operación y servicio que causan, motivan serios peligros para los usuarios y aún para la existencia misma de la edificación.

Aunque no se traten de fallas que puedan dar origen a siniestros como el colapso estructural o el incendio que destruyen o por lo menos afectan al máximo las esenciales condiciones de estabilidad de la obra y de seguridad de los usuarios.

Los daños críticos, que deben ser atendidos en forma inmediata, exigen para su investigación y arreglo, personal idóneo que utilice medios y métodos apropiados para determinar las causas que los originan y enmendarlos correctamente con la debida urgencia y seguridad.

Aunque es evidente que pueda variarse esta clasificación de daños en las obras, lo que interesa no es designar su grado de nocividad, ya que esta siempre será subjetiva, sino darle relevancia a los puntos de control preventivo en el diseño, la construcción y el mantenimiento, habida cuenta del relativo grado de importancia que tienen.

Además de la importancia que por su movilidad tienen como causas de la degradación física y funcional de los edificios, los daños deben analizarse también según el grado de probabilidad de ocurrencia que tienen durante la vida útil de las instalaciones.

Si bien, teóricamente, este problema no puede plantearse en forma genérica, ya que la degradación de un edificio, como se ha señalado, es un fenómeno consecuente en cada caso de la interacción de los factores que determinan la calidad de la obra y por otra parte del tipo de nocividad de las acciones a que está sometida. En la práctica se observan ciertos tipos de daños, que por su frecuencia son característicos del deterioro de la construcción que debe prevenirse y/o corregirse mediante labores de mantenimiento.

Así, dentro de la vasta gama de las fallas y daños típicos de la edificación, pueden considerarse como las más comunes las grietas, las humedades, la corrosión y los desprendimientos.

Grietas.

Género de desperfectos muy frecuentes en la construcción, ya sea en sus manifestaciones mínimas como micro-fisuras casi imperceptibles o de mayor entidad, como las grietas, que inclusive pueden aparecer durante la misma ejecución de la obra.

Aunque pueden producirse por múltiples causas, se comportan de diferente modo y tienen diversos grados de importancia que van desde ninguna prácticamente hasta crítico, según el caso, las grietas constituyen un motivo de inquietud o cuando menos la insatisfacción por parte de los administradores y usuarios de las instalaciones.

Ello ocurre en virtud de las negativas implicaciones de orden estético que siempre conllevan y de las de carácter estático, que aunque no sean relevantes tienden a magnificarse al tomarse como signos inequívocos de fallas en la estructura, causando con frecuencia alarmas injustificadas.

Las fisuras o grietas se producen por la acción de fuerzas externas o la combinación de esfuerzos exteriores e internos de materiales que sufren deformaciones, por retracción y por hinchamientos que a su vez son producidos por un vasto conjunto de causas como los movimientos del terreno, la acción de las cargas y sobrecargas, los cambios en las dimensiones, en los contenidos de humedad, en las condiciones físicas y aún en la composición química de los materiales.

Dado el vasto espectro de manifestaciones que tienen y el análisis que habría que hacer de sus orígenes e importancia en cada caso, de lo cual se ocupan los tratados de patología de la construcción, nos limitamos a las grietas en las estructuras, ya que por incidir en aspectos básicos de la seguridad y de la estabilidad de los edificios, plantean un máximo interés y exigen el mayor rigor en su control.

Debe tenerse en cuenta, en primer término, que el concreto reforzado puede experimentar tanto en estado plástico como ya fraguado, fisuras motivadas por movimientos, retracción, desecamiento, temperatura, corrosión y por acciones mecánicas.

a). por movimientos.

Una de las causas de las grietas en el concreto plástico son los movimientos experimentados al ceder o asentarse o por efecto del deslizamiento de la mezcla en elementos en pendiente, como rampas o en piezas inclinadas.

El control de este tipo de fisuras se realiza verificando la adecuada resistencia, rigidización de las cimbras y encofrados antes de proceder a fundir las mezclas y de las pendientes de los elementos utilizados en el momento del colado.

b). por retracción.

Causa frecuente de grietas en el concreto es la retracción, fenómeno en virtud del cual la masa al fraguar sufre una disminución volumétrica, que origina tensiones, dando lugar a fisuras, que a igualdad de otros factores se incrementan cuanto más extensos sean los elementos, mayor el contenido relativo de cemento y menor la consistencia de la mezcla.

El control preventivo de estos agrietamientos que, en general en los sistemas constructivos comunes no constituyen un problema importante, se logra mediante juntas especiales y/o con el empleo de armaduras de acero de pequeño diámetro como las mallas electrosoldadas para absorber los esfuerzos de tracción que causan las fisuras. También, para controlar las

fisuras del concreto plástico, existen en el mercado fibras sintéticas especiales que se agregan a la mezcla, como un aditivo.

c). por desecamiento.

Cuando todavía está en proceso de endurecimiento el concreto, experimenta fisuras por desecación, lo cual ocurre si se funde en un ambiente muy seco y/o si las superficies de los elementos fundidos quedan expuestas al sol directo o al viento.

Cuanto más extenso sea el elemento y menor su espesor, mayor la probabilidad de que ocurra este fenómeno que puede controlarse mediante un buen curado.

Asimismo las grietas que aparecen por esta causa se acentúan en los elementos moldeados con mezclas ricas o muy fluidas, principalmente cuando por efecto de la exudación, la pasta de cemento haya emigrado a las caras expuestas.

d) por temperatura.

Las fisuras por esta causa son consecuencia de movimientos de origen térmico, cuando no existen juntas para absorber las variaciones dimensionales, pudiendo resultar también de la

diferencia entre la temperatura ambiental y la interna del concreto, en virtud del calor que se libera por efecto del fraguado.

El control preventivo de las grietas por variaciones dimensionales motivadas por cambios de temperatura, consiste en dejar juntas de dilatación en la estructura, en tanto que para neutralizar los efectos destructivos del agua al congelarse se utilizan aditivos especiales que permitan preparar mezclas resistentes a las sollicitaciones mecánicas internas que este fenómeno origina.

e) por corrosión.

Otra de las causas de los agrietamientos es la oxidación avanzada e los refuerzos, fenómeno que se produce al tomar el acero el oxígeno del aire y del agua y se acelera en razón directa de la acidez del medio y del grado de porosidad del concreto.

Como la degradación así originada suele ser de carácter progresivo, las grietas del concreto van aumentando hasta producir la rotura y desprendimiento del material que circunda las barras de acero, ya que éste aumenta de volumen al corroerse.

El control preventivo del acero a la corrosión, radica, además de los factores anteriormente mencionados, en obtener un óptimo grado de compacidad del concreto y un adecuado espesor de la capa de recubrimiento de las armaduras que las protejan de la acción agresiva del medio con el cual están en contacto los elementos estructurales.

f) por acciones mecánicas.

En virtud de que los efectos de las sollicitaciones de las cargas gravitacionales, de sismo, de viento y por asentamientos, se les da gran relevancia en los puntos anteriores, en el presente se mencionan apenas los aspectos más importantes de las grietas estructurales, según el tipo de esfuerzo que las causan.

- Compresión simple.

Según las variables que se combinen, los esfuerzos de compresión pueden dar lugar a fisuraciones, siendo muy importantes las verticales, que aparecen en las columnas y que en casos pueden llegar hasta hacer saltar el concreto de recubrimiento sobre los estribos o anillos.

Cuando las fisuras son numerosas, aparecen juntas y se localizan en la zona media de la altura de una columna esbelta, están anunciando su pandeo.

En ambos casos estas grietas tienen una gravedad máxima, pues tales signos son efectos del aplastamiento del concreto o de su falla por pandeo, que implican ruina inminente por colapso del propio soporte vertical y de los elementos horizontales de la estructura vinculados al mismo que no pueda resistir las grandes deformaciones producidas al fallar el primero.

- Tracción simple.

Aunque no son comunes en estructuras convencionales, las fisuras bajo este tipo de sollicitaciones aparecen en dirección perpendicular al sentido de las varillas principales como en elementos tensores.

- Torsión.

Las grietas aparecen de una cara a otra de las piezas, en un ángulo de  $45^{\circ}$ , como en vigas que reciben escaleras.

- Flexión.

Ya se trate de flexión simple o combinada con corte, estos son posiblemente los esfuerzos que se presentan

con mayor frecuencia y pueden afectar el concreto cuando la flexión es simple, las grietas resultan verticales, en sentido perpendicular al sentido de las piezas como en vigas donde no aparecen en toda su altura ya que cesan en el eje neutro, al llegar a la zona de compresión.

Si las dilataciones en cambio se han originado por efecto de sobrecargas, pueden desaparecer al retirarlas.

Aunque naturalmente son de cuidado, este tipo de fisuras al acentuarse con el tiempo, va dando la correspondiente llamada de atención, la cual no suele ocurrir en cambio cuando se combinan esfuerzos de flexión y de corte, caso en el cual las grietas aparecen inclinadas según la intensidad del cortante, proceso éste que es rápido, pudiendo ocasionar la rotura instantánea del elemento estructural.

Si bien las grietas pueden producirse por un conjunto de sollicitaciones como las mencionadas, en la práctica a menudo son motivadas por asentamientos debidos a la consolidación del terreno, constituyendo así, al menos en ciertas zonas, una de las causas más relevantes por la frecuencia con que se presentan y la importancia de los daños que originan.

En ciertos casos los asentamientos estructurales de carácter serio en cuanto pueden afectar la seguridad y la estabilidad misma del edificio son un fenómeno progresivo en el cual puede distinguirse

una fase inicial de incubación, luego una de fisuración lenta y después crítica al llegar a lo profundo del elemento estructural pudiendo producir su rotura, por lo cual es necesario hacer un seguimiento controlado de este proceso a fin de determinar los orígenes y la solución del problema.

Las características de localización, anchura, profundidad y comportamiento de las grietas deben por tanto establecerse mediante una investigación que permitan diagnosticar sus causas y definir las acciones para enmendarlas.

Como medida básica de un control inicial se recomienda:

- no reparar las grietas hasta no determinar su origen y haber tomado las medidas para que cese su acción.
- para visualizar mejor las fisuras puede humedecerse la zona afectada del concreto con lo cual se acusan más.
- A fin de establecer el avance de las grietas suelen colocarse, en sentido transversal a las mismas, "testigos" para ir controlando su progreso mediante lecturas periódicas.

## Medición de Lecturas

### Periódicas.

Cuando se trata de investigar fisuramientos no visibles, el ultrasonido es uno de los sistemas más usuales para detectar y hacer su seguimiento.

### Corrosión.

Este problema característico de la degradación de los materiales utilizados en la construcción, se produce, según se ha visto, mediante un proceso químico que se desarrolla en presencia del agua o de la humedad del medio o electrolítico, cuando dos materiales diferentes se encuentran en contacto.

En el primer caso, el metal al oxidarse forma en su superficie una capa verdosa que se convierte en corrosión franca si el proceso continúa avanzando con el tiempo y deteriorando el material.

La otra causa de corrosión, al constituirse un par galvánico, tiene también notables efectos destructivos por la continua pérdida de electrones de uno de los metales, resultando inclusive más dañina que la primera. Aunque la corrosión afecta en particular ciertos elementos metálicos, como la herrería o la carpintería a la intemperie así como a las tuberías, en sus partes internas y

externas, puede atacar también algunos materiales, como las piedras o los concretos.

La corrosión tiene especial importancia cuando afecta los refuerzos de la estructura, lo cual ocurre por la acción de sustancias agresivas que se encuentran en el suelo, la atmósfera, los aditivos utilizados para la mezcla o aún provenientes de la misma composición química de algunos tipos especiales de cemento.

Es de gran importancia, entonces, tener un control preventivo en ciertos casos específicos como en climientos o en terrenos con aguas salitrosas o elementos expuestos a la intemperie, en los cuales debe tenerse especial cuidado en verificar:

- La utilización de varillas y estribos libres de oxidación, bien colocadas y aseguradas en sus respectivos sitios.
- La suficiente separación de las armaduras de los fondos, costados y extremos de las formaletas, que garanticen recubrimientos con espesor adecuado para darles a los refuerzos la protección necesaria.
- No utilizar, para efecto del bloqueo y separación de las armaduras en los fondos de los moldes, trozos de metal que se corroen y llevan la oxidación al interior del elemento estructural.

- La debida compactación de las mezclas y un eficiente curado del concreto que le den la mayor compacidad y resistencia posible a los agentes agresivos del medio en que se encuentra.

La corrosión es causa de otros deterioros colaterales o indirectos de gran importancia, como el caso ya señalado de la destrucción progresiva del concreto estructural por las tensiones que produce el aumento volumétrico de las armaduras de acero, ya que cuando la capa de oxidación se encuentra en grado muy avanzado, a la vez que reduce su sección, por el efecto de su descascaramiento, introduce esfuerzos de tensión que hacen saltar el concreto de recubrimiento.

Por otra parte, las sales solubles como los sulfatos o carbonatos desarrollan, en presencia de la humedad, proceso de oxidación de los metales con los cuales se hallan en contacto.

Igualmente, algunas sustancias contenidas en algunos aditivos del concreto tienen un potencial agresivo de gran peligrosidad en ciertos casos.

Las sales solubles pueden ser igualmente agentes de corrosión de las piedras cuando se combinan variables, como el contenido de sustancias en el agua de lluvia y/o la composición química del material, pudiendo afectar también los morteros así como los acabados del yeso.

## **Humedades.**

Se estima que uno de cada tres daños en las edificaciones son causadas por el agua, ya sea por infiltración, por absorción en materiales porosos y/o por condensación en la humedad ambiental.

Los problemas por humedades pueden radicar tanto en el proyecto mismo, por detalles constructivos deficientes, diseños equivocados o errónea selección de materiales, como en la ejecución de las obras por causa de malos procedimientos de trabajo que las hacen sensibles a este género de deterioros.

Además de los negativos efectos que tienen en el buen aspecto de los edificios en sus primeras consecuencias de orden físico, la humedad constituye el medio por excelencia para desencadenar múltiples procesos de degradación, como la corrosión de los metales, el ataque de los álcalis a las pinturas, la reacción tan fuerte de las sales solubles o de los agentes biológicos, como mohos, hongos y bacterias que además de deteriorar su apariencia afectan su durabilidad y el funcionamiento de los elementos y componentes de la construcción y facilitan el desarrollo de microorganismos que crean ambientes malsanos demeritando así las condiciones y exigencias de higiene y salubridad de sus usuarios, como es el caso del S.T.C. "Metro".

## Desprendimientos.

Este tipo de deterioros conforman el último grupo importante entre los daños típicos de la edificación por razón de la frecuencia con que suelen presentarse. Los desprendimientos que afectan particularmente a los acabados de pisos, enchapados y revestimientos, son causados por efectos mecánicos como impactos y vibraciones, así como por fallas en la capacidad adherente de los morteros y pegamentos que mantienen los materiales de acabado sujetos a su base y finalmente por deficiencias de estas mismas y de los soportes que los aseguran.

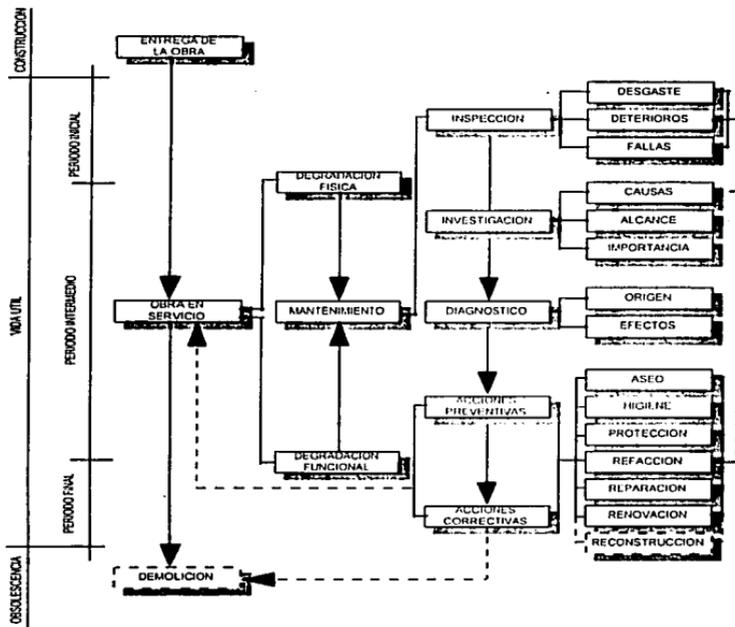
En general, la adherencia de los pegamentos industriales normales se rebaja hasta anularse, en presencia de la humedad, mientras los morteros para sentar revestimientos cerámicos por el contrario fallan cuando la mezcla pierde agua al ser absorbida por las baldosas que no se humedecieron debidamente antes de colocarlas.

## **El mantenimiento de la edificación**

Proceso.

El mantenimiento, que debe abarcar todo el tiempo de vida útil de las instalaciones y cuyo propósito es conservar y/o restaurar sus condiciones originales de apariencia y funcionamiento y evitar que se degraden, es un proceso que comprende diversas fases y labores (ver Figura No. 4: "El proceso de mantenimiento en la construcción).

**FIG. No. 4: EL PROCESO DE MANTENIMIENTO EN LA CONSTRUCCION**



**a) Inspección.**

Con excepción de aquéllos trabajos cotidianos que se realizan en forma rutinaria, de inspección ocasional o periódica, espontánea o planificada, es el punto de partida de este proceso, cuyo objeto en primer término, es detectar los síntomas de daños y constatar su localización, lo cual puede hacerse en casos normales simplemente con ayuda de los sentidos: la vista, el tacto, el olfato y aún el oído.

**b) Investigación.**

Cuando no sea obvia o no resulte clara la fuente de los desórdenes presentados o su alcance, hay que investigar el problema para diagnosticar sus causas y establecer las acciones para remediarlos.

La investigación puede resultar, según el caso, mínima y elemental o por el contrario compleja y calificada requiriendo para ello, medios, métodos y personal idóneo para llevarlo a cabo.

c) **Diagnóstico.**

La determinación precisa de las causas y acciones para remediar la degradación, puede incluir una fase de diagnóstico como consecuencia de la investigación de sus signos y señales, para establecer el origen de la patología presentada y formular las soluciones pertinentes.

d) **Acciones preventivas.**

Las soluciones formuladas implican medidas ya sean para evitar daños, para impedir que se agraven o para corregirlos.

Las acciones correctivas tienen por objeto, ante todo, eliminar las causas que originan las fallas, enmendar sus efectos y restablecer las condiciones de uso y servicio de la instalación, componente, equipo y partes que deban ser reparadas.

Unas y otras medidas en conjunto, constituyen la función del mantenimiento.

**Labores**

Además de las tareas normales de aseo e higiene que se cumplen cotidianamente y de las medidas de protección de ciertas partes y elementos de la edificación para evitar los deterioros y desgastes, el

**mantenimiento puede implicar una serie de trabajos de refacción, reparación o renovación de partes o elementos que lo requieran.**

**a) Refacción.**

Labores elementales que se realizan para reparar sencillos desperfectos mediante retoques o ajustes que no implican la utilización significativa de materiales, no exigen especial característica para calificarlos, como los resanes de pintura o arreglos de herrajes.

**b) Reparación.**

Este tipo de labores implica la ejecución de trabajos más elaborados que ya exigen conocimientos y destrezas para rectificar, reprocesar o reemplazar alguno de los materiales o componentes deteriorados; tal es el caso de los trabajos de cerrajería o de otros componentes mecánicos o eléctricos.

**c) Renovación.**

Cuando por razones de orden técnico o económico no sea posible o recomendable reparar ciertos daños, se justifica entonces el reemplazo del elemento o accesorio dañado, ya que es inútil insistir en su arreglo, pues pese a haber sido

reparado, continúa fallando o porque se requiere cambiar un conjunto de piezas que no se consiguen o resultan muy costosas, por lo cual, para que la solución sea efectiva, se procede entonces a su renovación.

Algunos elementos o parte de la edificación no son por su misma naturaleza, susceptibles de repararse o no se justifica hacerlo y por ello invariablemente, se reponen por otros nuevos, como ejemplo, tenemos a las lámparas, los interruptores o los vidrios.

#### Sistemas.

En teoría existen dos tipos de mantenimiento en las edificaciones: el preventivo y el correctivo, si bien en la práctica inevitablemente se combinan para lograr el objetivo de conservar sus condiciones originales de apariencia y servicio, asegurando la mayor duración de sus elementos y el mejor funcionamiento de sus instalaciones y equipos.

Con el mantenimiento preventivo se intenta, mediante un plan previamente elaborado, desarrollar un calendario de inspecciones, pruebas, reposición de elementos o accesorios y calibración de equipos, para precaverse de las acciones degradantes, evitarlas, si es posible, proteger de ellas la edificación, neutralizarlas y corregirlas en cuanto se hacen presentes para que sus efectos no se agraven.

Aunque es el sistema ideal, indispensable inclusive, para el funcionamiento de ciertas instalaciones industriales, en edificios normales de vivienda, oficinas o comercio, por razones económicas fundamentalmente el mantenimiento es mas bien de tipo correctivo, máxime cuando en la práctica ni siquiera se suministran a sus usuarios las reglas para su utilización y conservación.

Ello obedece, entre otras cosas, a que las técnicas para planear el mantenimiento con base a un programa predeterminado varían según muchos factores y deben cubrir diversos rubros de la construcción y dotación, muy semejantes en este aspecto, ya que en algunos casos es nulo, como por ejemplo en la cimentación; periódico y calificado, como el equipo de ascensores; o elemental y continuo durante la vida de la edificación, como el de las zonas verdes.

La organización de un plan de mantenimiento preventivo de una obra requiere, en primer término, definir los objetivos que pretenden lograrse, determinar los medios necesarios para implementarlo, ponderar los costos que implica y prever los recursos necesarios por anticipado.

En virtud de que normalmente ésta no es una necesidad sentida, en la práctica es más frecuente el mantenimiento de tipo correctivo lo cual ocasiona que, cuando por falta de recursos no se cumple a su debido tiempo, se agraven los daños y se acelere la degradación física y funcional de los edificios. Un programa de mantenimiento preventivo debe precisar que debe inspeccionarse, cuáles puntos y

aspectos es necesario verificar y la periodicidad de las revisiones según el tipo de partes o elementos, objeto de este control que corresponde a la administración del departamento encargado del mantenimiento.

#### **Costos del mantenimiento.**

Aunque a igualdad de otros factores, los costos del mantenimiento están en relación inversa con la calidad de su construcción. Es obvio que muestren una tendencia creciente con la edad de la edificación.

Por la analogía que en este aspecto guardan con los organismos vivos, es posible distinguir en las especificaciones un primer período de "Juventud" durante el cual, si han sido bien diseñadas y construidas y no sufren solicitaciones excesivas por el uso o el ambiente, deben comportarse en forma adecuada.

En este lapso, las labores del mantenimiento se cumplen esencialmente con el propósito de conservar sus condiciones originales y no suelen implicar mayores trabajos de reparación, salvo cuando se trate de reponer elementos que por su naturaleza tienen corta vida.

La calidad intrínseca de la obra fundamentalmente suele determinar la duración de esta primera fase.

En un siguiente período intermedio o de "madurez", mucho más prolongado que el anterior, el mantenimiento implica además trabajos de diversa índole para evitar su envejecimiento prematuro: de reparación, para corregir los daños que presente; de renovación de elementos ya inservibles y aún eventualmente de reconstrucción, motivada, ya sea por la degradación física de partes o elementos que no es posible intercambiar debiendo demolerse o reconstruirse o aún de remodelación, necesarios para adaptarlo a las nuevas necesidades de los usuarios.

Por último la edificación entra en un período final de "envejecimiento", durante el cual se van incrementando los daños, deterioros y fallas, con lo cual los trabajos de mantenimiento son predominantes de carácter correctivo a un grado tal, que en cierto momento puede resultar en extremo oneroso conservarla en servicio.

En el caso del Metro, es la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano (COVITUR) la responsable de la construcción y, la obra terminada, la entrega al Sistema de Transporte Colectivo (STC) para su operación y mantenimiento.

**Obsolescencia y demolición.**

Cuando una edificación se encuentra en una fase crítica del período de envejecimiento podrá haber llegado al punto de obsolescencia, siendo entonces más recomendable proceder a demolerlo y

sustituirlo por uno nuevo (en el caso del Metro, no se ha llegado a esta etapa).

El fenómeno de la obsolescencia, sin embargo, no siempre es sinónimo de degradación física o funcional ya que, aún cuando los costos del mantenimiento no fueran excesivos, la rentabilidad del edificio como bien de capital podría, en determinado momento, ser tan baja que de todos modos, por razones económicas, sería más recomendable remodelarlo o aún reemplazarlo.

Esta obsolescencia de carácter económico se da cuando por causas como la valorización del lote o el cambio de las normas reglamentarias, es posible incrementar el índice de construcción del terreno y modificar sus usos por otros más rentables, con lo cual el inmueble estaría determinando un cierto lucro cesante por la diferencia existente entre los rendimientos que produce frente a los que podría generar uno nuevo, acorde con las nuevas posibilidades y necesidades del sector y las exigencias y los gustos del mercado.

Aunque en la edificación se da en general un acompañamiento entre los fenómenos de su obsolescencia física y funcional con la de carácter económico, en la construcción de inferior calidad suele ser más acelerado el primero, mientras que el replanteamiento del espacio urbano u otras causas que generan una sustancial plusvalía de los terrenos, pueden en cambio motivar la ineficiencia económica de edificios que se encuentran funcionando satisfactoriamente.

En general una edificación bien hecha supera de hecho el período de vida útil estimado y su obsolescencia suele obedecer más bien a fenómenos de índole económica que a problemas de carácter técnico.

Haciendo una abstracción de los casos de prematura degradación, cabe señalar como regla, que la función de estos factores negativos de orden técnico y económico, en algún tiempo llegan a hacer necesaria la remodelación o aún la misma demolición de lo edificado cerrándose así el ciclo iniciado con la idea de realizarlo que en cierto instante ya lejano, surgió en la mente de su promotor.

## **Mantenimiento a los acabados en Estaciones.**

Podemos clasificar el mantenimiento a los acabados, en sus distintas áreas, mencionando los que más atención han solicitado en las instalaciones que actualmente están en servicio.

### **Albañilería.**

El área de albañilería en las estaciones del Metro es la encargada de efectuar los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo de los acabados pétreos y protecciones bituminosas.

### **Mantenimiento Preventivo.**

Esta área es la encargada de rejuvenecer periódicamente los plafones con acabados de thírol, así como proteger contra la penetración del agua a las superficies expuestas a la intemperie con impermeabilizantes, cambio de huellas y pisos, variando los períodos, según la intensidad del tránsito.

### **Thírol.**

Este acabado existe en un 70% de los plafones del Metro y consiste en colocar una pasta compuesta por:

Polvo de mármol cero fino o cero grueso, cemento blanco o gris, cal, aditivo adhesivo y agua.

El rejuvenecimiento de este acabado se hace con polvo de mármol cero fino, cemento blanco o gris, adhesivo y agua; esto se aplica con una pistola de aire, en forma de lechada.

El equipo que se emplea es: andamios tubulares, compresor de aire, pistola acousticotera, artesa, cuchara de albañil y equipo de seguridad (casco, guantes de hule, goggles, overol y botas).

#### Impermeabilización.

La impermeabilización tiene como principal función el no permitir la entrada de agua a las estaciones e instalaciones expuestas a la intemperie. Este trabajo se efectúa normalmente cuidando que las pendientes sean las suficientes como para permitir el drenado del agua hacia las coladeras y así evitar encharcamientos. Esta pendiente se protege con material bituminoso con una alma de fibra de vidrio, para tener elasticidad y así absorber las deformaciones. Esta capa impermeable se protege contra el intemperismo con grano de mármol o con una pintura especial.

Estos trabajos se efectúan cada dos o tres años.

**Cambio de huellas (en escaleras fijas).**

El desgaste de estos elementos se debe al tránsito de usuarios y se ha observado que en estaciones de transferencia o terminales es necesario cambiarlos cada tres o cuatro años, mientras que en las estaciones de mínima afluencia se están cambiando hasta los 10 y 15 años de servicio.

**Pisos.**

Los pisos del Metro son de mármol, losetas pétreas, losetas de pasta, arcilla, concreto simple, concreto con recubrimiento epóxico (resinas), concreto con recubrimiento de loseta vinílica, etc.

Los períodos de cambio en pisos varían de acuerdo a la intensidad del tránsito y a la dureza del material. Se tiene, como experiencia, que el mármol Santo Tomás es el más resistente al desgaste.

Los procedimientos de colocación varían de acuerdo al origen del material por colocar.

## **Mantenimiento correctivo.**

**En el Metro, el área de mantenimiento correctivo es la responsable de efectuar las reparaciones a los diferentes acabados que, por mal uso o defectos de construcción, se hayan deteriorado.**

**Los trabajos más comunes se efectúan en:**

- a) Pisos
  - b) Muros
  - c) Plafones
  - d) Escaleras
- 
- a) Pisos.

**Los pisos en el Metro, en el mantenimiento correctivo, es necesaria su reparación periódicamente por movimiento que se efectúan en las estaciones.**

**Estos movimientos originan las roturas de: piezas de mármol, piezas de arcilla, pisos de concreto, pisos de pasta, pisos de concreto con recubrimiento epóxico, etc.**

**b) Muros.**

Los muros en el Metro son falsos y directos.

**Muros Falsos:**

Los muros falsos se construyen para proteger a los acabados de las filtraciones. Estas filtraciones son producidas por el agua que en gran cantidad se encuentra en el subsuelo del Valle de México, y como los muros son de concreto, un elemento no permeable, hubo la necesidad de colocar todos los acabados aproximadamente de 10 a 30 cm separados de los muros estructurales.

Los muros falsos son de tabique o asbesto.

Los muros de tabique normalmente son para ocultar las distintas instalaciones, así como para cubrir defectos de construcción. Estos muros van recubiertos con mortero, dando diferentes acabados con: mármol, mosaico veneciano, elementos de barro comprimido, pastas, etc., todos en sus diferentes tipos de acabados.

Los muros falsos de asbesto sirven como base para los acabados en: andenes, vestíbulos y pasarelas.

Los recubrimientos para el asbesto pueden ser de: mármol (en sus diferentes tipos y colores), mosaico veneciano (diferentes

tipos y colores), elementos de barro comprimido, recubrimientos con diferentes pastas (en sus diferentes tipos de acabados y colores) y recubrimientos con resinas epóxicas.

#### Muros Directos:

Son aquellos que tienen la función de servir de base a los recubrimientos. Estos pueden ser de: mármol, mosaico veneciano, elementos de barro comprimido y pastas en sus diferentes tipos y acabados.

#### c) Plafones.

Los plafones, en el Metro, son falsos o directos.

##### Plafones Falsos

Los plafones falsos son aquellos que, por arquitectura, se colocan separados de las losas con sus respectivos acabados que pueden ser de thírol, acoustone o yeso.

El thírol es un acabado agradable a la vista y, en el Metro, se coloca sobre asbesto o sobre metal desplegado. Cuando se coloca sobre asbesto es para dar un acabado constante en traves falsas o plafones cortos

El thirol que se coloca sobre metal desplegado tiene como estructura soportante unos tirantes que se anclan en la losa y que reciben la carga del plafon por medio de canaletas y tees de lámina de las cuales se amarra el metal desplegando, a la altura deseada, donde se coloca una pasta de mortero o yeso para que sirva de base al acabado de thirol.

El plafon con acabado de yeso tiene una estructura similar a la anterior en su soportería en donde es colocado el yeso con terminación "afinado" el cual se cubre con pintura.

El plafon con acabado de acoustone tiene una estructura soportante a base de tirantes anclados a la losa que reciben la carga del plafon por medio de canaletas y tees de lámina en las cuales van ensambladas las losetas de acoustone y que son de 30 por 30 cm.

#### **Plafones Directos:**

Los plafones de este tipo pueden ser de thirol o de pasta. El acabado de thirol se coloca directamente a la losa con un adhesivo.

El acabado de pasta se elabora a base de Blanco de España y agua, dejándose "descomponer" en un lapso de 24 hrs, para que la reacción, al aplicarse, pueda quedar rugoso o liso y normalmente se pinta con los colores deseados.

**d) Escaleras.**

Las escaleras son de concreto, forjadas con tabiques para recibir las huellas y peraltes.

**Huellas.**

Las huellas en el metro son de mármol Santo Tomás (el mármol más resistente que tenemos en México) de 60 x 32 x 2 cm y con unas ranuras, para que sirvan como antiderrapante. También existen huellas precoladas de concreto, con aditivos endurecedores o con perímetros metálicos, de barro comprimido o losetas en sus diferentes tipos y colores.

**Peraltes.**

Los peraltes son de mármol, concreto, barro comprimido o de pastas en sus diferentes tipos.

**Cancelería.**

El área de cancelería es la responsable de mantener en buen estado a: puertas, cortinas, barandales, pasamanos, diapasones, marcos, nichos, acabados en cartones prensados, mecanismos de torniquetes de árbol, etc., manufacturados en los distintos

materiales, como fierro, acero Inoxidable y aluminio, en sus diferentes formas y dimensiones.

Esta área de mantenimiento preventivo se encarga de mantener lubricados los distintos mecanismos y en posiciones presentables a las molduras y perfiles en general.

Lubricación de mecanismos:

La Jefatura de mantenimiento de estructuras es la responsable del buen funcionamiento de cortinas metálicas, torniquetes de árbol de salidas y rejas; todo esto, para su buen funcionamiento, se le coloca grasa o aceite, según su función que desempeñen los elementos por lubricar.

Molduras y perfiles en buena posición:

En el metro se tiene una gran cantidad de molduras y perfiles, así como la composición variable de los distintos elementos de fierro, acero inoxidable, aluminio (en sus diferentes tipos y acabados), siendo de gran importancia mantener en la posición ideal a todos los elementos arquitectónicos. Estos elementos van sujetos por tornillos, por pijas, por ensamble, por remaches o por adhesivos, siendo necesario su ajuste o reposición al momento de presentar una falla.

### **Mantenimiento correctivo.**

Esta área es la responsable de reparar fallas de los elementos de cancelería, por ejemplo: recolocar o reponer molduras, fijar barandales, fijar pasamanos, fijar diapasones, reparación de rejas y cortinas de acceso, efectuar trabajos de soldadura, fijación o reposición de vidrios, colocación de elementos de cartón comprimido con recubrimientos de resina, colocación o reposición de mapas de barrio en estaciones, así como la colocación o reposición de micas y letreros de "abonos" en zona de taquillas y torniquetes de estaciones.

El personal que realiza estos trabajos cuenta con el siguiente equipo de seguridad: botas dieléctricas, guantes de carnaza, goggles, careta de soldador, polainas y peto de carnaza y de asbesto.

### **Cerrajería.**

En la jefatura de estructuras se da mantenimiento, preventivo y correctivo, a los diferentes elementos de seguridad, principalmente a chapas y candados, en sus diferentes tipos y presentaciones.

### **Mantenimiento preventivo.**

El mantenimiento preventivo, de cerrajería, consiste en hacer una revisión de los mecanismos de chapas y candados en las estaciones

y puestos de rectificación (P.Rs.) de energía eléctrica, principalmente.

En la Jefatura de estructuras se diseñaron unas protecciones para las chapas y candados, pues eran robadas con mucha facilidad.

Mantenimiento correctivo.

En el área de mantenimiento correctivo se efectúan reparaciones de chapas y candados, principalmente por mal uso.

Los trabajos más comunes son:

- a) Duplicado de llaves.
- b) Apertura de chapas y candados.
- c) Cambio de combinación a chapas y candados.
- d) Igualación de combinaciones.
- e) Reparación de elementos de seguridad.
- f) Extracción de llaves rotas.
- g) Colocación y reposición de cerraduras.

- a) Duplicado de llaves.

Este trabajo se efectúa con una máquina duplicadora de llaves, que puede ser manual o eléctrica; la manual se utiliza para forjas 5-1 y 5-6; la eléctrica, que consiste en un esmeril con una

guía y dos discos cortadores, se utiliza para cualquier tipo de forja.

b) **Apertura de chapas y candados.**

Este trabajo se efectúa, normalmente, por extravío de llaves y descompostura de las cerraduras. Normalmente se usan ganzúas o picadores para colocar las teclas o pivotes, a la altura adecuada y así pueda girar el mecanismo de la cerradura para abrir; este trabajo se lleva un tiempo aproximado de cinco a veinte minutos, según el grado de dificultad de la cerradura.

c) **Cambio de combinación a chapas y candados.**

Este trabajo se efectúa normalmente, como precaución al mal uso que se les pueda dar a unas llaves extraviadas o personas que dejan de laborar en el sistema y conservan las llaves de locales determinados. Este trabajo consiste en cambiar las teclas o pivotes en los cilindros de las chapas o candados, en su orden o numeración, de tal modo que se tenga una combinación diferente a la original.

**d) Igualación de combinaciones.**

Este trabajo se hace para estandarizar la combinación de una serie de chapas o candados de acceso a zonas comunes y que, por comodidad, poder abrir con una sola llave.

El trabajo consiste en colocar pivotes o teclas en igual serie de orden.

**e) Reparación de elementos de seguridad.**

Este trabajo se realiza normalmente por uso de chapas o candados, siendo en un mínimo porcentaje, por el deterioro de los elementos.

El trabajo consiste en desarmar el mecanismo de las cerraduras y constituir los elementos deteriorados.

**f) Extracción de llaves rotas.**

Normalmente las llaves se rompen dentro de las cerraduras o candados por no introducir bien la llave en la cerradura y girarla, así como por deficiencias de los mecanismos de la cerradura.

El trabajo consiste en extraer la llave rota, con pinzas de punta, ganzúas o con picadores y, cuando el mecanismo se encuentra en mal estado, se desarma la cerradura para efectuar el arreglo pertinente.

**g) Colocación y reposición de cerraduras.**

Este tipo de trabajo se realiza cuando existe la necesidad de colocar una puerta con chapa nueva o cuando el deterioro de las piezas ya no permite su reparación.

## **Filtraciones**

Filtraciones en las estructuras del Sistema de Transporte Colectivo Metro de la Ciudad de México.

### **Introducción**

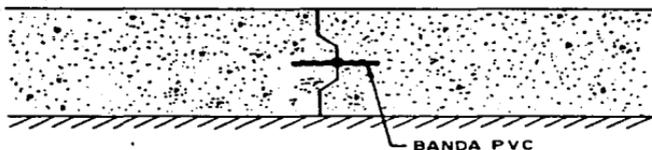
El principal motivo de filtraciones en el Metro es debido a las condiciones del subsuelo de la Ciudad de México, cuya proporción de agua - arcilla llega a ser de 500% y el nivel freático lo tenemos a una profundidad promedio de dos metros, con respecto al nivel del terreno natural; es de suponerse que las estructuras subterráneas requieren de métodos efectivos que aseguren la impermeabilidad de las mismas, las cuales fueron construidas a base de concreto reforzado dando por consecuencia un coeficiente de permeabilidad propia del concreto.

Además, hemos encontrado muros contaminados por lodo bentonítico, por parte de cimbra mal colocadas y no retiradas en su momento, fisuras provocadas por diferentes causas y que nos ocasionan filtraciones.

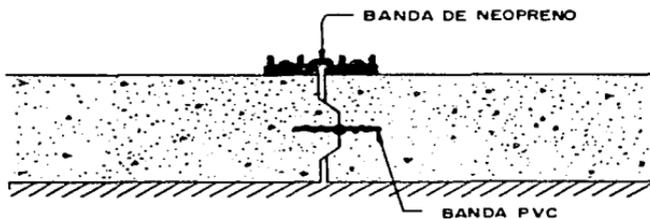
También encontramos juntas de construcción y dilatación, en las cuales se utilizaron bandas de P.V.C. y neopreno respectivamente, como se puede observar en el Croquis NO. 6, las cuales no están

trabajando satisfactoriamente, sirviendo como canalización para las filtraciones.

Como aportaciones exteriores tenemos las fugas en tuberías de la red municipal, tanto de agua potable como de aguas negras y pluviales, registros de cables tanto eléctricos como de teléfonos y semáforos.



**JUNTAS DE CONSTRUCCION EN MUROS LOSAS  
Y EN TODA JUNTA TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL**



**JUNTAS FLEXIBLES EN MUROS Y LOSAS EN  
TODO EL PERIMETRO DEL CAJON EN LOS TRA-  
MOS DE ZARAGOZA A BALDERAS**

**T E S I S   P R O F E S I O N A L**

Croquis No. 6: Juntas de construcción y dilatación

La importancia de controlar las filtraciones reside en que estas abaten el nivel freático provocando asentamientos en las estructuras del Metro y construcciones adjuntas, principalmente causan deterioro notable en los acabados de las estaciones, dejando una mala imagen, molestias al público usuario, poniendo en peligro su seguridad, pues las superficies mojadas se vuelven peligrosas en zonas de escaleras y andenes, dañando el equipo electromecánico, subestaciones, charolas de cableado de alta y baja tensión, nichos de aparato de cambios de vía, barras guía conductoras de tracción, equipos de bombeo.

Cabe hacer notar que una falla en cualquiera de estos equipos puede tener como consecuencia el paro parcial y total del servicio o mal funcionamiento de zonas aisladas.

Por lo mencionado anteriormente, es muy importante usar sistemas de trabajo efectivos, para la prevención y solución a dichos problemas, que hayan sido producto de la experimentación, de los procedimientos conocidos para llegar al óptimo o a la combinación de ellos, dependiendo de la causa o naturaleza de la filtración a tratar.

## **Antecedentes**

Conforme se iba terminando la construcción de estaciones y túnel, surgían los escurrimientos, los cuales fueron apareciendo por la recuperación del nivel freático, por lo que hubo necesidad de enfrentar este problema, tomando como base, para la solución inicial, la inyección de lechada de Cemento Portland - agua y el caso del túnel, construido con escudo, llegó a utilizarse la mezcla de cemento Portland - arcillas y arenas debido a que había necesidad de rellenar los huecos que dejaba el equipo. Posteriormente se aplicó el sistema de sellado a base de Cemento Portland y acelerantes, obteniendo como conclusión que el primero nos daba un índice de inyección bastante elevado y los resultados no eran los deseados, porque se trataba de generalizar en todos los casos, sin embargo sabemos que la dimensión de los granos o fióculos de la base sólida en suspensión en este tipo de morteros, limita la penetrabilidad, principalmente en el concreto, donde los conductos capilares son muy pequeños; el segundo, que también trató de generalizarse, presentó de inmediato el problema de que las filtraciones surgían en un área adjunta a su aplicación y, en los casos que se consideró efectiva, volvían a aparecer en un lapso de dos a tres meses, debido a que su colocación es casi superficial y no efectiva por la presión hidrostática a la cual estaba expuesto el material de sellado por lo que terminaba desprendiéndose en muchos casos.

Uno de los problemas era la penetración, por lo que hubo la necesidad de buscar materiales químicos cuya viscosidad fuera igual

o ligeramente mayor que la del agua, pues se trataba de alcanzar todos los huecos a los que fuera necesario llegar, además que presentara la ventaja de colocarlo únicamente en los huecos en que resultara necesario.

Tomando en cuenta las características anteriores, se hicieron pruebas con resinas, obteniéndose buenos resultados y se clasificaron en dos grandes clases:

- a) Monómeros acuosos, que después de la polimerización se transforman en una masa homogénea medianamente resistente.
- b) Polímeros precondensados, o sea, fabricados de tal forma que son productos parcialmente polimerizados y como consecuencia de su fraguado nos dan altas resistencias comparadas con las del concreto.

Por la naturaleza de nuestro trabajo de mantenimiento, se optó por la primera. Este material, que se le denominó AM-9 y es de la casa Cyanamid, se utilizó con éxito por muchos años hasta que empezaron los problemas con las importaciones ya que varias materias primas de esta resina son de fabricación extranjera (Tabla No. 1)

TABLA-1  
SISTEMAS DE MONOMEROS Y ACELERADOR CATALIZADOR PARA PREPARACION  
DE AGLUTINANTES

|                         | Viscosidad.<br>77°F(29°C) | Catalizador | Concentración<br>% en peso | Acelerador | Concentración<br>% en peso | Temperatura<br>Ambiente. |      | Tiempo de<br>gelado | Tiempo de<br>endurecido. |
|-------------------------|---------------------------|-------------|----------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|------|---------------------|--------------------------|
|                         |                           |             |                            |            |                            | °F                       | (°C) |                     |                          |
| MMA                     | 0.5                       | Bzp+AIBN    | 0.5/0.5                    | DMA+DMT    | 0.5/0.5                    | 77                       | 25   | 20                  | 60                       |
| 95%MMA-5%TMPTMA         | 1.0                       | Bzp+AIBN    | 1.0/1.0                    | DMA+DMT    | 1.0/1.0                    | 77                       | 25   | 15                  | 36                       |
| 95%MMA-5%TMPTMA         | 1.0                       | Bzp         | 2.0                        | DMA        | 2.0                        | 82                       | 28   | 20                  | 38                       |
| 70%MMA-30%TMPMA         | 1.9                       | Bzp         | 1.0                        | DMT        | 1.0                        | 77                       | 25   | 8                   | 14                       |
| 90%styrene-10%TMPTMA    | 1.0                       | Bzp         | 1.0                        | DMA        | 1.0                        | 106                      | 88   | -                   | -                        |
| 90%styrene-10%TMPTMA    | 1.0                       | Bzp         | 2.0                        | DMA        | 2.0                        | 106                      | 88   | 50                  | 1050                     |
| 85%styrene-15%TMPTMA    | 1.2                       | Bzp         | 2.0                        | DMA        | 1.0                        | 106                      | 88   | 30                  | 220                      |
| 60%styrene-40%TMPTMA    | 1.7                       | Bzp         | 1.0                        | DMA+DMT    | 0.5/0.5                    | 77                       | 25   | 15                  | 45                       |
| 75%styrene-25%polyester | 2.4                       | MEKP        | 1.0                        | CoN        | 0.4                        | 60                       | 16   | 53                  | < 120                    |
| 54%polyester-46%styrene | 100                       | MEKP        | 1.0                        | CoN        | 0.75                       | 70                       | 21   | 20                  | 55                       |

Bzp - Peróxido de benzilo.

AIBN - Azobisisobutirnitrito.

CoN - Nafrenato de cobalto.

DMA - Dimetil anilina.

DMT - Dimetil toluidina.

MEKP - Peróxido de metil etil cetona.

Por lo anterior, actualmente usamos, indistintamente, la inyección de AM-9, la inyección de lechada de cemento Portland - agua, el calafateo del Cemento Portland y aditivos (expansores, impermeabilizantes, etc.), dejando la pasta de Cemento Portland con acelerantes para aplicaciones provisionales al instante de efectuar las distintas inyecciones.

## **Planificación.**

Partiendo de las revisiones periódicas que se efectúan, en las instalaciones del sistema, se determina con la mayor precisión posible, los avances de impermeabilización, la efectividad de los métodos utilizados y las condiciones de cada zona, con respecto a los escurrimientos, permitiéndonos evaluar cada uno de ellos para elaborar los programas de reparación y los procedimientos para tratar los casos extraordinarios que se localizaron en las revisiones.

Se hace notar aquí que, el criterio a seguir en la programación de los trabajos, es en base al daño que se puede causar, en un momento dado, a los aparatos electromecánicos en general y al público usuario.

También se hacen programas preventivos en áreas donde las filtraciones se presentan en épocas de lluvias, como son: losas superiores sobre las que se localizan zonas jardinadas, pavimentos agrietados y tuberías que se azolvan fácilmente, ocasionando la saturación del colchón de relleno, apareciendo las filtraciones en zonas de tránsito de usuarios o sobre las vías, tanto en estaciones como en interestaciones.

Es importante hacer notar que, los trabajos en zonas de vías, se realizan después del fin de servicio al público usuario.

## **Métodos de ejecución.**

Los trabajos previos a la ejecución de un problema consisten en la exploración del área adjunta, tanto interior como exterior, con el fin de conocer el origen, ya que puede tratarse de una aportación de agua potable o de aguas negras, por ejemplo.

Lo anterior es importante para decidir, qué es lo más viable, si la reparación de la causa o buscarle solución al efecto, pues, muchas veces, es más fácil arreglar la fuga en una tubería de agua potable a desalojar una tubería de drenaje municipal, así como levantar una Jardínera, de poco relleno, para juntear a la losa superior o la colocación de drenes para desalojar las acumulaciones de agua que nos afectan, teniendo la ventaja de que estos trabajos, en algunos casos, se pueden llevar a cabo en cualquier horario, evitando así el tener que esperar el corte de corriente para obturar la filtración sin correr el riesgo de que esta pueda surgir, por su régimen laminar, en otra zona.

En los casos en que es difícil definir el caudal del problema se afectan trabajos previos, como es la aplicación de colorantes indicadores que nos muestran la ubicación de la falla en el exterior.

La revisión nos da también los datos para determinar el procedimiento y escoger los materiales adecuados para su reparación ya que, por ejemplo, en una junta de dilatación en la losa superior, sobre el nivel freático y en época de lluvias en la que se decidió aplicar AM-9, el material de calafateo deberá ser de

material flexible, pues al mismo tiempo que evita la caída del AM-9, antes de su gelado, debe evitar la salida del agua, pues el AM-9 en este caso, por falta de humedad, hace que se contraiga, entonces es cuando trabaja el material elástico, deteniendo el agua mientras el AM-9 recupera lo que perdió en época de secas, aunque se ha observado que al recuperarse al 100 % el volumen de la gelatina no queda ya acomodada en su forma original, por lo que es recomendable que el material elástico debe ser aplicado en tal forma que se adhiera a las paredes de la junta pudiendo seguir sus movimientos.

La situación es diferente en el caso de una junta de dilatación en contacto directo con el nivel freático, en donde la presión hidrostática no es muy grande, en el cual el material de calafateo es a base de cemento con acelerante y nos servirá únicamente para la retención del AM-9 hasta su gelado la cual, en este medio húmedo, no se contrae, garantizando el sellado.

Existe también otro tipo de juntas de dilatación, las cuales están cubiertas con bandas de neopreno adherida por contacto, con adhesivo, la cual por operación puede fallar, surgiendo un escurrimiento que debemos eliminar lo más pronto posible.

En este caso se perfora la banda para colocar un niple y poder hacer llegar el AM-9 a las partes no adheridas, que es el lugar de falla. Excepto donde la presión hidrostática es mucha, entonces se calafatea entre la banda y el concreto y luego se inyecta aumentando la contracción del AM-9, adicionándole carga, como

carga, un polvo fino que puede ser bentonita o cemento Portland, para obtener un gel más rígido, que en estos casos es necesario, procurando que el tiempo de gelado sea el más corto posible.

Si el problema se nos presenta en una junta de construcción, en donde se colocaron bandas de P.V.C. longitudinalmente, ahogando la mitad del ancho de éstas, en cada colado, con el fin de hacer más difícil el paso del agua; se procede a barrenar en el centro de la junta, ya que se trata de cubrir con AM-9, por lo que deberá hacerse una ranura en toda la longitud, en forma de "V" a una profundidad en donde se localiza el veneno y un ancho que nos permita la aplicación del material de sellado.

Primeramente se procede a la limpieza del área a rellenar, luego a calafatear con cemento Portland y acelerante (el cual forma una masilla que se aplica instantáneamente con el fin de disminuir la presión hidrostática), colocando en seguida un mortero de Cemento Portland - arena y aditivo expansor.

A continuación se aplica la cimbra y el concreto preparado con aditivos expansores y, una vez que ha endurecido y se ha retirado la cimbra, se procede a inyectar el material de sellado.

La losa superior del túnel fue construida con traveses precoladas, las cuales fueron Junteadas con un mortero de cemento - arena, en el momento de su colocación.

En muchas ocasiones, el mortero no es suficiente para evitar el paso del agua, por el ancho del túnel, por lo que ha sido necesario aplicar un mortero de cemento - arena - aditivos expansores con acelerantes y se procede a una inyección con AM-9.

En las juntas de muro y losa superior, se presentan escurrimientos que caen generalmente sobre charolas de cableado.

Como primer paso, se desvía el agua por medio de manguera o láminas acrílicas, en forma provisional. Debido a que este tipo de filtraciones se presentan en longitudes de 10, 15 y hasta 20 metros, se procede a localizar los venteros y colocarle nipples, espaciados, para poder aplicar la inyección y evitar así las filtraciones.

Es frecuente encontrarnos con filtraciones que tienen su causa en el mal vibrado del concreto, en el momento del colado original. En este caso, se procede a la inyección de lechada agua - cemento y una carga de arena sílica con una granulometría entre 200 y 300 mallas y como aditivos colocamos bentonita y expansor bien clasificados para facilitar la inyección y garantizar el sellado.

El "medio" de toda inyección son los "barrenos", cuyo fin es localizar los orificios, venteros o fisuras por donde circula el agua y se efectúan en cantidad como sean necesarios, inyectándose en aquellos que presentan mayor descarga de agua.

Hemos encontrado filtraciones, cuya manifestación es simplemente una humedad o un goteo esporádico, pero, por encontrarse en zonas de tránsito de usuarios, es necesario tratarlas.

Debido a la pequeñez de los poros del concreto, por donde circula el agua, no es posible la introducción satisfactoria de la solución AM-9, por lo que se procede a demoler parcialmente la zona afectada y se aplica el sistema de sellado en tres etapas con cemento - acelerante, mortero - arena - expansor y mortero de cemento - arena - impermeabilizante, eliminando así la filtración o simplemente la humedad.

Posteriormente al sellado de las filtraciones, por las diferentes formas se procede a dar el acabado apropiado (thirol, yeso, pintura, etc.) a la zona afectada.

He mencionado aquí los casos más comunes, en cuanto al sellado de filtraciones y a los materiales utilizados, pero, estoy consciente de que existen otros métodos y materiales, que ya estamos experimentando y que sirven para la misma finalidad, debido principalmente a que la tecnología está avanzando cada vez más.

## **Resinas sintéticas y su aplicación**

En el área de albañilería, se está usando con mucho éxito, algunas resinas sintéticas para lagunas reparaciones.

Las materias plásticas, son sustancias orgánicas, cuyo nombre comercial es de Resinas Sintéticas, de las cuales existe una gran variedad, de acuerdo a su origen químico, entre las que hemos escogido aquellas que, por sus propiedades, son útiles para resolver algunos problemas que se presentan y, a la vez, nos sirven para cambiar procedimientos de reparación donde se dispone de muy corto tiempo para la ejecución de los trabajos, como son: zonas de vías y estaciones con mucha afluencia de usuarios.

Los poliésteres los utilizamos con sistemas de catalizadores y acelerantes, en diferentes formularios, de acuerdo al uso específico en que se van a emplear. Si los mencionamos por su nombre químico - comercial, el primero es únicamente el Peróxido de Metil - Etil - Cetona; el segundo, Octoato y Naftenato de cobalto mas Dimetil Anilina y, como elementos de enlace, Monomero de Estireno o de Metil - Metacrilato.

Los recubrimientos en pisos y escaleras, en las estaciones del metro, son en su gran mayoría de Mármol Santo Tomás, cuya propiedad es su alta resistencia a la fricción y muy poca al impacto, siendo esta la última razón por la que se presenta gran cantidad de piezas rotas, comúnmente en escaleras.

Su reparación consiste en colocar un molde provisional, que siga la forma de la pieza rota, y vaciar la resina ya catalizada y pigmentada de acuerdo al color del mármol a resanar. Lo anterior lo hace una brigada de albañilería ocupando un tiempo máximo de 10 minutos, pues la resina está formulada para endurecer en dos minutos después de aplicado el catalizador.

De la misma forma usamos la resina para pegar piezas de mármol en muros en general, donde no hay movimientos, pegar molduras metálicas que se usan como remate de acabados, los cuales no están sujetos a esfuerzos.

En base a formularios de la resina, también se han elaborado diferentes piezas, con cargas y pigmentos, para reposición de recubrimientos en pisos, principalmente cuando ya no existen en el mercado por haberse descontinuado.

Se ha logrado hacer piezas idénticas pero con una resistencia mucho mayor a la compresión, al esfuerzo cortante, al impacto y al desgaste por fricción.

También se está utilizando la resina para fabricar un mortero plástico, con la adición de arenas sílicas, para reposición de tramos completos de pistas de rodamiento de concreto hidráulico en losas de zonas de visita y en túnel de las estaciones terminales.

La necesidad de colocar este tipo de mortero parte de la urgencia o el corto tiempo con que se cuenta entre la realización del trabajo y la puesta en servicio de la zona reparada, ya que en poco tiempo se alcanzan resistencias semejantes o mayores a la de la pista reparada.

Las resinas epóxicas se usan en formulaciones diferentes, de acuerdo a la naturaleza del trabajo a realizar, en áreas donde los acabados requieren de mayor protección, debido al uso rudo del público usuario, facilitando además la limpieza sin que se llegue a deteriorar el recubrimiento epóxico.

En mi opinión, el uso de los materiales plásticos son de gran importancia para resolver buena parte de la gran cantidad de tipos de fallas que se presentan en el mantenimiento de las instalaciones del Metro.

## **Plomería**

El área de plomería es la responsable de tener en buen funcionamiento los drenajes de aguas negras y pluviales, tuberías de agua potable, muebles sanitarios e hidráulicos.

El área se divide, para su funcionamiento, en Mantenimiento Preventivo y Correctivo.

### **1. Mantenimiento Preventivo**

Es el responsable de efectuar periódicamente lo siguientes trabajos:

- A) Reposición de elementos por desgaste.
  - B) Calibrar elementos.
  - C) Sondeos a drenajes.
- 
- A) Reposición de elementos por desgaste.
    - a) Empaques
    - b) Válvulas
    - c) Tuberías.

a) **Empaques**

Los empaques existen en las instalaciones de agua potable y es necesario su cambio de acuerdo al uso del equipo, variando desde 8 meses en un grifo de agua en uso constante, hasta dos años en fluxómetros con poco uso.

b) **Válvulas**

Las válvulas, en las instalaciones del metro, se programan sus cambios de acuerdo a la intensidad de uso, teniendo como el mínimo de tiempo de duración de los grifos de agua, que en algunas ocasiones se programa su cambio por defectos en los asientos, en periodos de dos años, en tuberías donde es poco necesario el accionamiento de las válvulas, se cree que durarán aproximadamente 10 años.

c) **Tuberías.**

Las tuberías en el metro varían su tiempo de sustitución de acuerdo a las condiciones del terreno, pues se ha visto que las tuberías de fierro galvanizado, para agua potable, se han picado en tres años, cuando el terreno es demasiado salitroso.

**B) Calibrar elementos.**

En el Metro se calibran los siguientes elementos.

- a) Flotadores
- b) Fluxómetros.

Los flotadores van unidos normalmente a una válvula y sirven para calibrar el nivel de los diferentes elementos (tinacos, W.C., cisternas).

- b) Fluxómetros.

Este elemento funciona a presión hidrostática y se calibra para mandar el agua necesaria para su funcionamiento.

**C) Sondeos a drenajes.**

Las tuberías de drenaje debido al poco uso que tienen, es muy común que algunos residuos se hayan quedando y provocando taponazos en las instalaciones del Metro; las instalaciones sanitarias se sondean tres veces al año y las pluviales una vez cada año.

Los equipos empleados en esta área pueden ser:

- a) Sondeos mecánicos
- b) Sondas manuales
- c) Pistolas de presión
- d) Bombas de presión.

Este equipo tiene una capacidad de 26,000 Its y una presión de 20 kg/cm<sup>2</sup> y sirve para desazolvar drenajes mayores de 4" Ø.

**Mantenimiento correctivo.**

El área de mantenimiento correctivo es la responsable de reparar todos los elementos del área de plomería que haya fallado por mal uso o desperfecto fuera del período normal o duración.

Los trabajos más comunes son:

- A) Fugas en muebles sanitarios.
- B) Fugas en tuberías
- C) Instalación de nuevas redes.
- D) Desazolve
- E) Reposición de muebles accesorios.

**A) Fugas en muebles sanitarios.**

Por lo regular las fugas en muebles sanitarios se deben al desgaste de los empaques en las diferentes uniones de los muebles con sus accesorios; los muebles más comunes en las instalaciones del metro son: W.C., lavabos, vertedero, migitorio.

**B) Fugas en tuberías**

Este tipo de trabajo se debe a que las juntas en las tuberías se deterioran por estar a la intemperie o enterradas en terrenos salitrosos.

Asimismo, los accesorios que sirven de conectores ocasionan fallas por estar mal colocadas y su reparación se efectúa de acuerdo al material del mismo.

Las tuberías pueden ser de fierro fundido, P.V.C., fierro galvanizado, asbesto y cobre.

**C) Instalación de nuevas redes.**

Estas se llevan a cabo cuando hay necesidad de abastecer un nuevo local, como pueden ser baños, locales de limpieza,

nuevas permanencias o cuando hay necesidad de dar algún servicio nuevo, colocar redes para la limpieza de trenes, etc.

**D) Desazolve**

Para desazolver los registros, drenajes y bajadas de aguas pluviales se utilizan tres tipos de equipos, que son:

- a) Manuales
- b) Eléctricos
- c) Presión

**a) Manuales**

El manual se hace con palas, cucharones, cubetas, etc.

**b) Eléctricos**

Los eléctricos pueden ser a base de sondas mecánicas. Dentro de las mismas, el Metro cuenta con los Kollman K-50 y K-1500; el Kollman K-50 se utiliza en tuberías no mayores de 2" Ø y el K-1500 se utiliza para tuberías de 2" a 8" de diámetro.

**c) Presión**

En el Metro se cuentan dos equipos; la pistola manual y la bomba de alta presión. La pistola manual sirve para lanzar agua con una carga de hasta 10 kg/cm<sup>2</sup>; la bomba de alta presión de la cual ya se dio una explicación breve anteriormente.

**E) Reposición de muebles accesorios.**

Se efectúa este trabajo cuando por desgaste o mal uso es necesaria su reposición.

Los accesorios más comunes en este tipo de trabajo son: fluxómetros, tapas de tanque bajo, flotadores de tanque bajo, juntas prohel, llaves de diferentes muebles y válvulas de paso, rejillas de coladeras, asientos de tasas, etc.

El personal que labora en esta área, por razones de seguridad e higiene, utiliza el siguiente equipo de seguridad, según la zona y condiciones del equipo: casco, goggles, lentes, mascarilla, guantes de hule y de carnaza, botas dieléctricas, botas de hule, overol e impermeable.

## **Pintura.**

### **Planeación**

La Planeación de trabajo, dentro del área de pintura, se basa en un programa de mantenimiento preventivo, con la finalidad de conservar adecuadamente las partes de las instalaciones del sistema que así lo requieran, así como acabados a base de pintura, dándose el caso de que pueden ser vinílicas o esmaltes. También se cuenta con una parte del personal que se dedica a mantenimiento correctivo, o a las instalaciones, a las cuales se les debe de dar un recubrimiento.

Generalmente lo primero que se hace es resanar o corregir cualquier defecto en las áreas de aplicación, ya sea en muros o estructuras metálicas. Más adelante veremos detenidamente procedimientos de algunos métodos de limpieza de superficies. Asimismo, hay veces que se requiere de la intervención de otras áreas para auxiliar en este aspecto, las cuales son: Albañilería y Cancelería.

Se ha establecido que aproximadamente cada dos o tres años se tengan que pintar las estaciones y demás instalaciones del sistema, pero, existen ciertas partes de las estaciones que por influencia del público usuario, se tiene la necesidad de pintar en periodos menores, que van de 8 meses a un año, según el caso.

En esta planeación se tiene que considerar las necesidades futuras respecto al personal, materiales y equipo utilizables para cada trabajo, ya que, si no se cuenta con alguna de estas partes, causará serios trastornos a la ejecución ideal del programa fijado. Asimismo, se debe tomar en cuenta que la ciudad de México se encuentra en una zona climatológica de ambiente húmedo, siendo su humedad relativa de un 60% o mayor, considerando de mucha importancia el tiempo de lluvias, con el cual no se pueden ejecutar trabajos en la intemperie a base de esmaltes y, si se emplea pinturas vínicas, observar que en un lapso no menor de 4 hrs no haya precipitación pluvial para que la pintura ya tenga suficiente adhesión en la superficie que se imprimió y no correr el riesgo de que dicha pintura se vaya a lavar con la lluvia.

Se deberá prevenir retrasos en la entrega de materiales o de equipos, así como la falta de asistencia del personal, por enfermedad o días festivos.

Las pruebas a que se someten las diversas pinturas son principalmente las de adherencia y resistencia mecánica.

Para los sistemas o equipos que se emplean para la aplicación de acabados, se debe tener en cuenta un lapso de tiempo que hay que dedicarles para el mantenimiento de equipos,

## Requisitos de ejecución

### Preparación de superficies metálicas

#### Generalidades

Para el buen comportamiento de un recubrimiento es indispensable la correcta preparación de la superficie por cubrir.

Los métodos que se emplean, según el caso que se presente, se mencionan a continuación:

Limpieza con solventes

Limpieza manual

Limpieza con abrasivos

Limpieza química.

## **Limpieza con solventes**

### **Generalidades**

Se refiere a la ejecución en superficies metálicas con el fin de quitar aceites, grasas o suciedad excesiva antes de remover el óxido a la pintura vieja. Constituye una limpieza auxiliar previa o complementaria, que se efectúa en combinación con otros métodos.

### **Procedimiento**

Consiste en la ejecución de las operaciones que se indican a continuación y, de acuerdo con las especificaciones particulares de cada caso, se podrán omitir una o varias de las operaciones siguientes:

- a) Por medio de rasquetas, espátulas o cepillos de alambre, deben quitarse salpicaduras de cemento, exceso de grasas, suciedad, sales y otras materias extrañas.
  
- b) El remanente de aceite o grasa se elimina frotando la superficie con estopa o cepillo de cerda empapados de solvente. La limpieza final deberá hacerse en la misma forma, usando solvente limpio.

### **Aspecto.**

La superficie se considera limpia, cuando esté completamente libre de grasas, aceites y materias extrañas.

### **Precauciones**

Se deberá cumplir con las normas de seguridad para el empleo y manejo de solventes.

### **Solventes.**

Se presenta a continuación una lista de solventes comúnmente utilizados:

1. Thiner
2. Acetona
3. Banceno
4. Tricloroetileno

## **Limpieza Manual**

### **Generalidades**

Las etapas de que consta el siguiente procedimiento de limpieza manual para la preparación de superficies, se indican a continuación, pudiendo eliminarse parcial o totalmente alguno de los pasos que a continuación se mencionan.

### **Procedimiento.**

**a) Descostrado.**

Con ayuda de martillo y cincel se quitarán las costras de óxido, escamas y restos de soldadura o escorias.

**b) Lavado.**

Mediante el uso de solventes adecuados o detergentes deberán eliminarse toda clase de materiales extraños, como aceites, grasas o suciedad excesiva.

**c) Rasqueteo.**

Las superficies deberán rasquetearse para eliminar depósitos de óxido, pintura o cualquier otra materia extraña.

**d) Cepillado.**

En todos los casos, la superficie se frotará con cepillo de alambre de acero, hasta desaparecer los restos de óxido, pintura u otras materias extrañas.

**e) Lijado.**

Los restos de pintura vieja que no se desprendan por medio de las operaciones anteriores, deberán lijarse para que resulte una superficie uniforme.

**f) Eliminación de polvo.**

Las superficies se deberán limpiar, frotándolas con trapos para eliminar las partículas de polvo. Se puede hacer este trabajo también sopleteando la superficie con un chorro de aire seco y limpio.

**g) Uso de herramientas neumáticas o eléctricas.**

Algunas de las etapas antes señaladas pueden realizarse mediante el uso de herramientas neumáticas o eléctrica portátil.

**Aspecto y Aceptación.**

**a) Aspecto.**

Se considera la superficie limpia o preparada para recubrirse, cuando ya no presente restos de óxido o pintura y que no haya huellas de grasa, aceite o sustancias extrañas.

**b) Aceptación de la superficie limpia.**

Para aceptar una superficie preparada manualmente, deberá tener el mismo aspecto que una área de 1 m<sup>2</sup> seleccionada

previamente como patrón y representativa de las condiciones generales.

**Limpieza con abrasivos.**

**Generalidades.**

Se requiere a la limpieza de superficies metálicas aplicando un chorro de abrasivo comúnmente empleado, con arena y granalla metálica.

**Procedimiento.**

El procedimiento consta de las siguientes operaciones, de acuerdo con las condiciones o especificaciones particulares de cada obra, se podrá eliminar o modificar la ejecución de cualquiera de estas operaciones.

- a) Se hará un descostrado, como se especifica en el procedimiento de limpieza manual.
- b) Los depósitos de óxido, pintura adherida o cualquier sustancia extraña, serán totalmente removidas de la superficie por medio del chorro de abrasivo.
- c) El agente abrasivo será clasificado entre las mallas 18 - 80 cuando se use arena; esta será cuarzosa o silicosa, lavada y seca y no deberá estar contaminada con sales. Cuando se use granalla, esta será del tipo munición acerada y seca.

- d) La rugosidad o máxima profundidad del perfil que se obtenga en la superficie limpia, que servirá como anclaje para el recubrimiento, estará comprendida entre 0.001" y 0.0025", de acuerdo con el espesor de la película de I primario, el cual deberá ser mayor que la profundidad del perfil de anclaje.
- e) El aire usado deberá estar exento de agua, aceite o grasa.
- f) Una vez efectuada la limpieza, cuando se use chorro de arena, se hará una eliminación de polvo, como se detalla en el procedimiento de limpieza manual, inciso "f".
- g) La granalla metálica podrá usarse en limpiezas posteriores, siempre y cuando esté libre de contaminantes, seca y tamizada, de acuerdo a las mallas señaladas en el inciso "c".

**Aspecto.**

De acuerdo con las especificaciones particulares, se exigirá que la superficie preparada tenga uno de los aspectos que a continuación se indican.

- a) **Metal blanco.**  
La superficie deberá quedar de color gris - blanco - metálico y uniforme. No deberá mostrar óxido, pintura, grasa, aceite ni otra sustancia extraña.

**b) Cerca de metal blanco.**

La superficie deberá tener un aspecto Intermedio entre la limpieza a metal blanco y comercial. No debe mostrar oxido, pintura, grasa, aceite ni otra sustancia extraña.

**c) Comercial.**

La superficie deberá quedar de color gris oscuro y no se requiere que sea uniforme, pero no deberá tener restos de oxido, pintura, grasa, aceite ni otra sustancia extraña.

**Aceptación de la superficie limpia.**

**a) Para aceptar una superficie preparada con abrasivo, deberá tener el mismo aspecto que un área de 2 m<sup>2</sup>, seleccionada previamente como patrón y representativa de las condiciones generales.**

**b) Para comprobar que la profundidad de anclaje es la especificada, la superficie preparada se compara con la del patrón aceptado, utilizando la lámpara comprobadora de anclaje.**

## Protección de la superficie limpia.

En cualquier caso en que se haya especificado la preparación con abrasivo, el tiempo máximo que se permitirá que transcurra entre la limpieza y la protección de la superficie, dependerá del ambiente en que se opere, pero nunca podrá ser mayor de 12 hrs.

Cuando por algún motivo se exceda el tiempo de protección señalado y permitido, de acuerdo con el párrafo anterior, se repetirá el trabajo de preparación de la superficie.

## Limpieza química.

### Generalidades.

Es el método con el que se eliminan aceites, grasas, contaminantes y recubrimiento por acción química. El procedimiento que se menciona a continuación, constituye un proceso completo de preparación de superficies o auxiliar en combinación con otros procedimientos.

### Procedimiento.

La limpieza química consta de las siguientes operaciones, de acuerdo con las condiciones y especificaciones particulares de cada obra, se podrá eliminar o modificar cualesquiera de las que se mencionan a continuación.

- a) Las capas gruesas de material extraño y contaminantes, deberán eliminarse con rasqueta, espátula u otro medio aprobado.
- b) Los nódulos de corrosión deberán eliminarse con herramientas de impacto.
- c) Se aplicará con brocha o aspersión la solución del producto químico seleccionado, dejándose sobre la superficie para su acción.

Si se emplean productos de marcas comerciales, deberán prepararse y aplicarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

- d) Posteriormente, la superficie deberá ser lavada con agua dulce para eliminar todos los residuos, para probar la efectividad del lavado; deberá efectuarse la prueba con papel indicador PH sobre el acero húmedo, hasta tener un valor igual al del agua empleada.

Aspecto.

Para aceptar una superficie preparada con limpieza química, deberá tener el mismo aspecto que un área de 1 m<sup>2</sup> seleccionada

previamente como patrón y representativa de las condiciones generales.

#### **Precauciones.**

Para la ejecución de estos trabajos, deberán atenderse las medidas de seguridad que el fabricante mencione en sus especificaciones.

#### **Aplicación.**

#### **Generalidades**

Una vez cumplidos los requisitos de preparación de la superficie, la aplicación de los recubrimientos generalmente se efectúan por aspersión, brocha o rodillo. En algunos casos, se emplean los procedimientos de inmersión o manual.

Nunca deben recubrirse superficies mojadas o húmedas. El límite de humedad relativa, arriba del cual las operaciones de recubrimiento deben suspenderse, es de 90%. No se deberá aplicar ningún recubrimiento cuando la temperatura ambiente sea menor de 10°C.

Con brocha de pelo y rodillo.

Este método se empleará cuando se requiera una gran humectación de la superficie o cuando las condiciones de trabajo así lo requieran.

## **Aspersión.**

Este método de aplicación es el más rápido y las películas resultantes son más uniformes en espesor. Deben seguirse las recomendaciones de los fabricantes de los equipos empleados.

### **Equipo de aspersión.**

La pistola de aspersión es el principal componente de este sistema de aplicación.

Hay dos métodos para transportar el fluido a la pistola; con aire y sin él.

En el primero puede ser por alimentación por presión y en el segundo la aspersión se produce forzando el material por alta presión a través de un pistón y pasando por un orificio en la pistola. El aire usado deberá estar seco y libre de aceite y contaminantes.

### **Equipos.**

#### **Compresor para pistola de sprayt Jet.**

Está compuesto de un compresor de diafragma, unido mediante una flecha de un motor eléctrico de 1/2 H.P., produce una presión

máxima de 30 lbs y va conectado a una pistola de sprayt con vaso recipiente por medio de una manguera.

La pistola produce un abanico de 30° y para aplicar la pintura (generalmente esmalte) será una distancia mínima de 15 cm y máxima de 40 cm, para así obtener resultados satisfactorios.

La distancia de aplicación depende de la pintura así como de la densidad de la misma, haciendo notar que, siempre que se use el equipo, deberá limpiarse perfectamente la pistola y el vaso recipiente; también se debe tener cuidado de que, cuando se esté trabajando con este equipo, no se enrede o muerda la manguera de alimentación de aire.

Acousticotera.

Este equipo se usa para la aplicación de las arenas sílicas, en cualquiera de sus diversos tipos de acabado; trabaja con una pistola a través de un compresor de aire, que puede ser como el que se mencionó anteriormente, o con uno de gasolina (más potente) para cumplir los requisitos del recubrimiento que se busca.

Equipo de alta presión o bomba marca De-Vilbis.

Trabaja mediante un sistema hidráulico haciéndolo funcionar con un motor eléctrico de 1/3 de H.P.

La pintura es esparcida por una pistola, acoplada al equipo por una manguera, suministrada por un pistón, el cual succiona la pintura de la misma cubeta o cualquier otro tipo de recipiente. Con este tipo de equipo se tiene presión hasta de 3,000 lbs, lo cual da bastante facilidad para trabajar o aplicar la pintura hasta una distancia de 5 m. Cabe hacer mención que la distancia mínima de aplicación, con este tipo de equipo, varía de 1.5 a 2.0 m.

Acabados.

Los acabados de pintura que se tienen en las líneas son a base de pinturas aplicadas sobre superficies, o a base de pinturas y arenas sílicas.

Los acabados con arenas sílicas son los siguientes.

Brocato de marmocreto.

Granulón gota gruesa.

Granulón gota fina.

Arenas sílicas.

Acousticote.

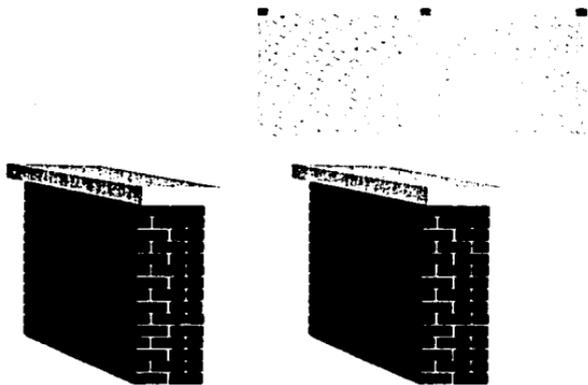
Los tres tipos primeramente mencionados tienen la misma forma de preparación, lo cual varía en su modo de aplicación. La preparación es sumamente sencilla ya que se utiliza arena sílica o polvo de mármol, como cementante se usa el cemento blanco

cuando se usa pintura vinílica y blanco de España si se utiliza esmalte.

Cuando, por alguna razón, se requiere un acabado más natural, se usará la arena sílica o el polvo de mármol con cemento blanco y algún agente adhesivo.

Para los tipos de acabados mencionados, se utilizará la acousticotera y una llana en el caso de marmocreto o acabado Brocato; en el Granulón sólo se necesita cambiar los orificios de la acousticotera para hacer la gota gruesa o fina.

El acabado de arena sílica se hace únicamente con arena sílica o, en su defecto, se puede utilizar el polvo de mármol siempre y cuando se encuentre con una graduación bien definida; la mezcla se hará en partes iguales de volumen de esmalte con el material antes mencionado y se usará la misma acousticotera, sólo que utilizando el orificio más pequeño.



**ANALISIS DE  
COSTOS**

## ANALISIS DE COSTOS

---

### Factor Costo Empresa

Previo al análisis de los Precios Unitarios, procederemos a calcular el Factor Costo Empresa o Factor de Incremento al Salario Base.

#### Días no laborables al año:

52 domingos  
7 días festivos  
6 días de vacaciones  
~~3 días de incapacidad, no cubiertos por el IMSS.~~  
68 días

#### Días laborables

365 días  
~~68 días~~  
297 días

~~365~~ días = 1.223 = 22.3 % de incremento.  
297 días

Factor de Incremento al Salario Base, por concepto de:

Séptimo día, días festivos, vacaciones, impuestos sobre remuneraciones pagadas y cuotas patronal por Seguro Social (base y lineamientos generales para la integración de precios unitarios para la construcción de obras públicas).

Días laborables al año: 297  
Días que se pagan: 381.5 Art. 80, L.F.T.

- a) Incremento por días no laborables:  
 $\frac{381.5 \text{ días pagados al año}}{297 \text{ días laborables al año}} = 1.2845 = 28.45\%$
- b) Impuesto sobre remuneraciones pagadas:  
 $381.5 \times 0.01 = 3.8 \text{ días}$   
 $\frac{3.8}{297} = 0.0128 = 1.28\%$
- c) Cuota patronal por Seguro Social:  
Días que se pagan al año con cargo al Seguro Social: 365.  
Días laborables al año: 297.  
Factor:  $\frac{365}{297} = 1.2290$

El IMSS fija sobre este factor los porcentajes de:

- 19.6875 para Salario Mínimo y  
15.9375 para Salarios superiores

Los incrementos por la cuota patronal resultan:

|                        |        |   |         |   |        |
|------------------------|--------|---|---------|---|--------|
| Para Salario Mínimo:   | 1.2290 | x | 19.6875 | = | 24.20% |
| Para Salario superior: | 1.2290 | x | 15.9375 | = | 19.59% |

RESUMEN

| Concepto                    | Salario Mínimo | Salario Superior |
|-----------------------------|----------------|------------------|
| a) Por días no laborables:  | 28.45%         | 28.45%           |
| b) Por Imp. s/rem. pagadas: | 1.28%          | 1.28%            |
| c) Por cuota patronal:      | <u>24.20%</u>  | <u>19.59%</u>    |
| Porcentaje de incremento:   | 53.93%         | 49.32%           |
| FACTORES DE INCREMENTO:     | 1.54           | 1.49             |
| (Factor Costo Empresa)      |                |                  |

## **Lista de materiales.**

A continuación se presenta una lista de los materiales, equipos de trabajo, herramienta, equipos de seguridad, más utilizados en el mantenimiento de la obra civil, en las instalaciones del Metro.

### **Albañilería:**

- Adhesivo para mortero y concreto
- Alambre recocido
- Arena normal
- Cemento blanco
- Cemento gris, tipo i
- Cloruro de calcio (acelerante)
- Discos para concreto, diferentes diámetros
- Grava  $\frac{3}{4}$ "
- Loseta vinílica 30 x 30 cm, diferentes tipos y colores.
- Marmiparquet santo Tomás de 30 x 10 x 1 cm.
- Pegamento para loseta vinílica (resicón)
- Placa de mármol santo Tomás de 60 x 40 x 2 cm.
- Polvo de mármol, cero fino y cero grueso.
- Resina poliéster (en partes o preparada)
- Tabique rojo 7 x 14 x 28 cm.
- Varilla corrugada, diferentes medidas
- Yeso
- Zocio vinílico.

## **Cancelería / herrería:**

- Aceite, delgado y grueso
- Ángulo de aluminio, diferentes medidas
- Ángulo de fierro, diferentes medidas
- Bisagra de libro, diferentes medidas
- Bisagra tubular, diferentes medidas
- Broca para concreto, diferentes medidas
- Broca para metal, diferentes medidas
- Cuadrado de fierro dulce, de ½"
- Discos para metal, diferentes diámetros
- Lámina de acero inoxidable, diferentes calibres
- Lámina galvanizada, diferentes calibres
- Pijas para lámina, diferentes medidas
- Redondo de fierro dulce, diferentes medidas
- Resistol 5000
- Resistol 850
- Segueta, diente fino y diente grueso
- Silicón dow corning, diferentes tipos
- Soldadura 6013 de 1/8"
- Soldadura 7018 de 3/16"
- Tornillo para madera, diferentes medidas

**Cerrajería:**

- Aceite delgado
- Aflojatodo en spray
- Candados, diferentes marcas y modelos
- Chapas, diferentes marcas y modelos
- Forjas, diferentes tipos
- Grafito en polvo
- Segueta, diente fino.

## **Pintura:**

- **Blanco de España.**
- **Brocha de cerda, diferentes medidas**
- **Cuña, diferentes medidas**
- **Espátula**
- **Estopa blanca**
- **Pasta corev, diferentes tipos y colores**
- **Pintura esmalte, diferentes colores**
- **Pintura vinílica, diferentes colores**
- **Primer anticorrosivo**
- **Rodillo, diferentes medidas**
- **Sellador vinílico**
- **Thiner standard**

## **Plomería:**

- Accesorios para lavabo
- Accesorios para regadera
- Accesorios para w.c.
- Conexiones de cobre, diferentes medidas
- Conexiones galvanizadas, diferentes medidas
- Empaques para llaves y válvulas, diferentes tipos
- Junta prohel
- Pasta fundente
- Pavilo grafitado
- Pijas sanitarias
- Rejilla para coladera, diferentes tipos y medidas.
- Soldadura de estaño, en carrete, 50 x 50 y 95 x 5
- Tubo de cobre, diferentes diámetros
- Tubo galvanizado, diferentes diámetros

## **Seguridad e higiene en el S.T.C.**

La seguridad e higiene en el sistema de transporte colectivo Metro contempla programas de concientización a los trabajadores de todas las actividades de mantenimiento y operación, tales como:

1. Utilizar la herramienta específica para cada tipo de trabajo
2. Hacer uso de: uniformes, guantes, careta, máscara contra polvos y gases, zapatos de seguridad, etc.
3. Poner atención especial a las señalizaciones.
4. No distraerse en el horario de trabajo.
5. Asistir a los cursos de capacitación.

Aunándose a todo lo anterior es imperativo cuidar la alimentación y el dormir de cada trabajador, que sea de 7 a 8 horas en promedio diarias.

A continuación se mencionarán las herramientas y equipos de seguridad que más se utilizan en algunas de las actividades de mantenimiento en acabados de la obra civil.

## **Herramienta**

- **Andamios metálicos**
- **Banco de trabajo**
- **Bote alcohólico**
- **Brochas**
- **Carretilla**
- **Cepillo alámbrico**
- **Cinzel**
- **Compresor eléctrico**
- **Cortadora eléctrica**
- **Cubeta**
- **Cuchara de albañil**
- **Escalera telescópica**
- **Escuadra recta**
- **Espátula**
- **Hilo**
- **Juego de llaves españolas**
- **Juego de llaves perico**
- **Juego de llaves stilson**
- **Liana metálica**
- **Marro**
- **Martillo de bola**
- **Mesa de trabajo**
- **Navaja**
- **Nivel de manguera**
- **Niveleta**
- **Paia**

- **Pinzas de chofer**
- **Pinzas de presión**
- **Pistola de aire**
- **Planta de soldar de gasolina**
- **Planta de soldar eléctrica**
- **Pulidora**
- **Regla metálica**
- **Rodillos**
- **Soplete de gasolina**
- **Zapapico**

## **Equipo de seguridad**

- **Botas de hule**
- **Botas de seguridad**
- **Casaca**
- **Casco**
- **Conos fantasma**
- **Guantes**
- **Impermeables**
- **Lámpara de mano**
- **Lentes o goggles**
- **Mascarilla contra polvos y gases**
- **Uniforme**
- **Vallas**

## **Equipo de trabajo**

- Burro de aluminio, diferentes medidas
- Camioneta de redilas
- Camioneta pick-up
- Compresora de aire, diferente capacidad
- Cortadora eléctrica
- Cucharones
- Desazolvadora modelo K-50 y K-1500
- Escalera de aluminio, diferentes medidas
- Extensión monofásica, 25 m.
- Mesa de trabajo
- Planta de soldar de gasolina
- Planta de soldar eléctrica
- Taladro de 1/2 H. P.

Debido al fenómeno de inflación en nuestro país, los ejemplos aquí expuestos, son solamente indicativos, ya que, para obtener un presupuesto actualizado, es necesario actualizar la lista de materiales, mano de obra y equipo que se llegara a necesitar para la elaboración de un precio unitario similar.

## **Mano de obra.**

La Mano de Obra, utilizada en el mantenimiento de obras civiles, en el Metro, es la señalada a continuación.

| DESCRIPCION | UNIDAD  | COSTO<br>EMPRESA |
|-------------|---------|------------------|
| PEON        | JORNADA | 33.00            |
| AYUDANTE    | JORNADA | 37.00            |
| OFICIAL     | JORNADA | 63.00            |
| CABO        | JORNADA | 77.00            |

## Análisis de precios unitarios más representativos

A continuación se presenta el análisis de los Precios Unitarios más representativos, en el mantenimiento de obra civil en el Metro.

**APLANADO FINO A PLOMO Y REGLA CON MORTERO DE CEMENTO - ARENA EN PROPORCION 1:6. INCLUYE EL REPELLADO CON UN ESPESOR DE 2 CM APLICADO EN MUROS CON UNA ALTURA PROMEDIO DE 2 M. EL P. U. INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, ACARREOS, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION**

### MATERIALES

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANT/M2 | \$/UNID | \$TOTAL/M2  |            |
|-------------|--------|---------|---------|-------------|------------|
| CEMENTO     | KG     | 3.800   | 0.36    | 1.37        |            |
| ARENA       | M3     | 0.030   | 47.27   | 1.42        |            |
| AGUA        | M3     | 0.025   | 6.00    | 0.15        |            |
|             |        |         |         | <u>2.94</u> | \$2.94 /M2 |

### MANO DE OBRA

| DESCRIPCION | CANTIDAD      | \$/DIA | \$TOTAL/DIA   |               |
|-------------|---------------|--------|---------------|---------------|
| ALBAÑIL     | 1             | 63     | 63.00         |               |
| AYUDANTE    | 1             | 33     | 33.00         |               |
| SUPERVISOR  | 0.25          | 77     | 19.25         |               |
|             |               |        | <u>115.25</u> | 115.25        |
| HERRAMIENTA | 3% DE LA M.O. |        |               | 3.46          |
|             |               |        |               | <u>118.71</u> |

|                      |                                     |                    |
|----------------------|-------------------------------------|--------------------|
| <u>\$118.71 /DIA</u> | =                                   | <u>\$16.96 /M2</u> |
| 7 M2/DIA             |                                     |                    |
|                      | COSTO BASICO:                       | = \$19.89 /M2      |
|                      | INDIRECTOS Y UTILIDADES = 32 % C.B. | = \$6.37 /M2       |
|                      | P. U.                               | = \$26.26 /M2      |

**SUMINISTRO Y APLICACION A DOS MANOS DE PINTURA VINILICA MARCA COMEX, CALIDAD VINIMEX, COLOR BLANCO, EN PLAFON Y TRAVES, A UNA ALTURA DE 1.70 M. EL P. U. INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, PREPARACION DE LA SUPERFICIE, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.**

**MATERIALES**

| DESCRIPCION              | UNIDAD | CANT/M2 | \$/UNID | \$TOTAL/M2 |
|--------------------------|--------|---------|---------|------------|
| SELLADOR VINILICO        | LTS    | 0.060   | 3.81    | 0.23       |
| PINTURA VINILICA VINIMEX | LTS    | 0.200   | 9.90    | 1.98       |
|                          |        |         |         | 2.21       |
|                          |        |         |         | \$2.21 /M2 |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION                         | CANTIDAD      | \$/DIA | \$TOTAL/DIA |                      |
|-------------------------------------|---------------|--------|-------------|----------------------|
| PINTOR                              | 1             | 63     | 63.00       |                      |
| AYUDANTE                            | 1             | 33     | 33.00       |                      |
| SUPERVISOR                          | 0.2           | 77     | 15.40       |                      |
|                                     |               |        | 111.40      | 111.40               |
| HERRAMIENTA                         | 4% DE LA M.O. |        |             | 4.46                 |
|                                     |               |        |             | 115.86               |
| <u>\$115.86 /DIA</u> =              |               |        |             | <u>\$7.24 /M2</u>    |
| 16 M2/DIA                           |               |        |             |                      |
| COSTO BASICO:                       |               |        |             | = \$9.45 /M2         |
| INDIRECTOS Y UTILIDADES = 32 % C.B. |               |        |             | = \$3.02 /M2         |
| P. U.                               |               |        |             | = <u>\$12.47 /M2</u> |

**SUMINISTRO Y COLOCACION DE LOSETA VINILICA EUZCADI DE 3 MM DE ESPESOR Y DE 30 CM X 30 CM, COLOR GRIS VETADO. EL P. U. INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, LIMPIEZA Y PREPARACION DE LA SUPERFICIE, CORTES, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION**

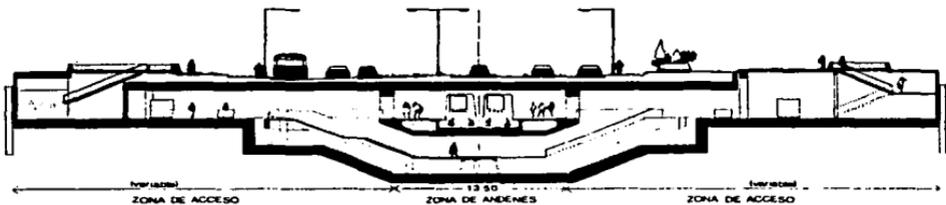
**MATERIALES**

| DESCRIPCION                | UNIDAD | CANT/M2 | \$/UNID | \$TOTALM2          |
|----------------------------|--------|---------|---------|--------------------|
| LOSETA VINILICA 30 X 30 CM | M2     | 1.000   | 31.50   | 31.50              |
| PEGAMENTO                  | LTS    | 0.250   | 4.00    | 1.00               |
|                            |        |         |         | 32.50              |
|                            |        |         |         | <b>\$32.50 /M2</b> |

**MANO DE OBRA**

| DESCRIPCION       | CANTIDAD      | \$/DIA | \$TOTAL/DIA |
|-------------------|---------------|--------|-------------|
| COLOCADOR OFICIAL | 1             | 63     | 63.00       |
| AYUDANTE          | 1             | 33     | 33.00       |
| SUPERVISOR        | 0.25          | 77     | 19.25       |
|                   |               |        | 115.25      |
|                   |               |        | 115.25      |
| HERRAMIENTA       | 3% DE LA M.O. |        | 3.46        |
|                   |               |        | 118.71      |

|                      |                                     |                      |
|----------------------|-------------------------------------|----------------------|
| <u>\$118.71 /DIA</u> | =                                   | <u>\$11.87 /M2</u>   |
| 10 M2/DIA            |                                     |                      |
|                      | COSTO BASICO:                       | = \$44.37 /M2        |
|                      | INDIRECTOS Y UTILIDADES = 32 % C.B. | = \$14.20 /M2        |
|                      | P. U.                               | = <u>\$58.57 /M2</u> |



## **PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO**

## PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO

En el cuadro siguiente se presentan los principales volúmenes de obra de la Estación de Correspondencia Chabacano.

### PRINCIPALES VOLUMENES DE OBRA

| CLAVE | CONCEPTO                                           | LINEA | LOCALIZACION                                                                               | UNID. | CANTIDAD |
|-------|----------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|
| 001   | PISOS DE MARMOL "SANTO TOMAS"<br>DE 60 x 40 x 2 CM | 2     | MEZZANINE<br>NIVEL ANDEN<br>VESTIBULO OTE.<br>VESTIBULO PTE.                               | M2    | 2,077.68 |
|       |                                                    |       |                                                                                            | M2    | 2,321.43 |
|       |                                                    |       |                                                                                            | M2    | 631.82   |
|       |                                                    |       |                                                                                            | M2    | 435.91   |
|       |                                                    |       |                                                                                            |       | 5,466.84 |
| 002   | LOSETA DE MARMOL "SANTO TOMAS"<br>DE 30 x 60 CM    | 9     | VESTIBULO NTE.<br>VESTIBULO SUR<br>ANDENES<br>PASARELAS                                    | M2    | 931.48   |
|       |                                                    |       |                                                                                            | M2    | 653.21   |
|       |                                                    |       |                                                                                            | M2    | 1,723.12 |
|       |                                                    |       |                                                                                            | M2    | 1,277.68 |
|       |                                                    |       |                                                                                            |       | 4,585.49 |
| 003   | LOSETA DE MARMOL "SANTO TOMAS"<br>DE 30 x 60 CM    | 9     | ANDENES LATERALES<br>ANDEN CENTRAL<br>VESTIBULO SUR<br>VESTIBULO NTE.<br>PASARELA CORRESP. | M2    | 933.12   |
|       |                                                    |       |                                                                                            | M2    | 763.36   |
|       |                                                    |       |                                                                                            | M2    | 209.81   |
|       |                                                    |       |                                                                                            | M2    | 448.04   |
|       |                                                    |       |                                                                                            |       | 649.04   |
|       |                                                    |       |                                                                                            |       | 3,001.37 |
| 004   | HUELLAS Y PERALTES                                 | 2     | ESTACION LINEA 2<br>ESTACION LINEA 9<br>ESTACION LINEA 8                                   | ML    | 884.40   |
|       |                                                    |       |                                                                                            | ML    | 1,206.18 |
|       |                                                    |       |                                                                                            | ML    | 1,081.20 |
|       |                                                    |       |                                                                                            |       | 3,173.78 |
| 005   | FRANJA DE SEGURIDAD EN<br>ANDENES                  | 2     | ANDENES LINEA 2<br>ANDENES LINEA 9<br>ANDENES LINEA 8                                      | ML    | 600.00   |
|       |                                                    |       |                                                                                            | ML    | 600.00   |
|       |                                                    |       |                                                                                            | ML    | 600.00   |
|       |                                                    |       |                                                                                            |       | 1,800.00 |
| 006   | LOSETA BASALTIN                                    | 9     | ESTACION LINEA 9                                                                           | M2    | 932.06   |
|       |                                                    |       |                                                                                            |       | 932.06   |
| 007   | CONCRETO ACABADO PULIDO<br>INTEGRAL                | 9     | ESTACION LINEA 9                                                                           | M2    | 496.50   |
|       |                                                    |       |                                                                                            |       | 496.50   |
| 008   | TECHUMBRE DE TRIDIOLOSA                            | 2     | ESTACION LINEA 2<br>EDIF. TRANSBORDO                                                       | M2    | 5,346.08 |
|       |                                                    |       |                                                                                            | 2 - 9 | 1,534.00 |
|       |                                                    |       |                                                                                            |       | 6,880.08 |

PRINCIPALES VOLUMENES DE OBRA

| CLAVE | CONCEPTO                      | LINEA | LOCALIZACION      | UNID. | CANTIDAD  |
|-------|-------------------------------|-------|-------------------|-------|-----------|
| 009   | IMPERMEABILIZACION EN AZOTEAS | 2     | ESTACION LINEA 2  | M2    | 6,880.08  |
|       |                               |       |                   |       | 6,880.08  |
| 010   | DOMOS EN PASARELA             | 2     | ESTACION LINEA 2  | M2    | 240.00    |
|       |                               |       |                   |       | 240.00    |
| 011   | PINTURA VINILICA EN PLAFONES  | 8     | ESTACION LINEA 8  | M2    | 5,850.82  |
|       |                               |       | ESTACION LINEA 9  | M2    | 6,445.16  |
|       |                               |       | PASARELA CORRESP. | M2    | 979.99    |
|       |                               |       | ESTACION LINEA 2  | M2    | 1,812.41  |
|       |                               |       |                   |       | 14,888.38 |
| 012   | PINTURA DE ESMALTE EN MUROS   | 2     | ESTACION LINEA 2  | M2    | 768.71    |
|       |                               |       | ESTACION LINEA 9  | M2    | 830.08    |
|       |                               |       | ESTACION LINEA 8  | M2    | 477.58    |
|       |                               |       |                   |       | 2,076.47  |
| 013   | MAMPARA DE MARMOL TRAVERTINO  | 8     | ESTACION LINEA 9  | M2    | 379.60    |
|       |                               |       | ESTACION LINEA 8  | M2    | 423.20    |
|       |                               |       | PASARELA CORRESP. | M2    | 385.76    |
|       |                               |       |                   |       | 1,188.56  |
| 014   | VIDRIOS EN PASARELA           | 2     | ESTACION LINEA 2  | M2    | 640.00    |
|       |                               |       |                   |       | 640.00    |

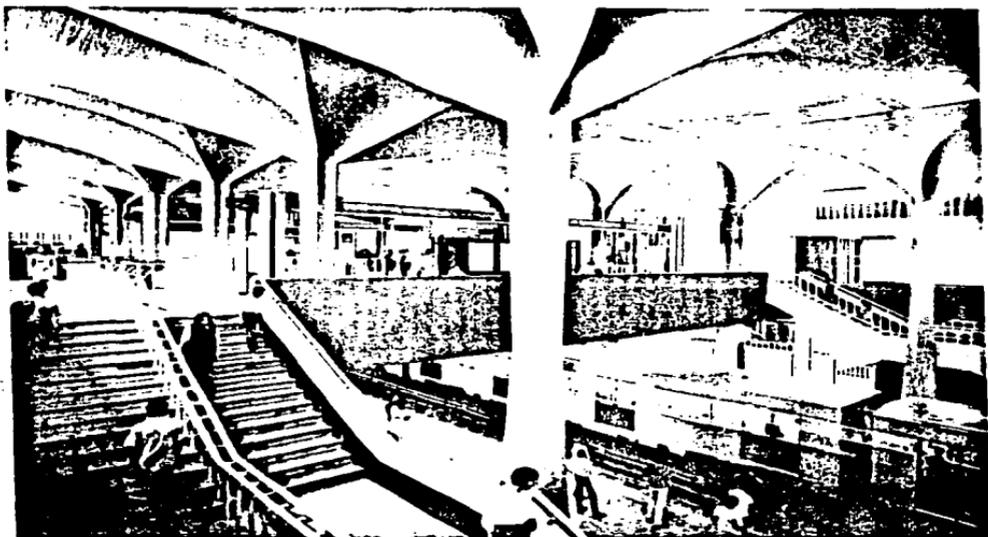
## Presupuesto.

En el siguiente cuadro se presenta el presupuesto que corresponde al mantenimiento de la Estación de Correspondencia Chabacano, tanto el presupuesto de mantenimiento por año, así como el presupuesto para la realización del mantenimiento cada 5 años

Para llevar a cabo el programa de mantenimiento preventivo, es necesario resumir el volumen de trabajo en el siguiente cuadro

### PRESUPUESTO BASE

| CLAVE | DESCRIPCION                                        | UN. | CANTIDAD  | P.U.<br>\$ | IMPORTE<br>\$ | MANTTO.<br>ANUAL |           | MANTTO.<br>EN 5 AÑOS |         |         |
|-------|----------------------------------------------------|-----|-----------|------------|---------------|------------------|-----------|----------------------|---------|---------|
|       |                                                    |     |           |            |               | %                | NS        | %                    | NS      |         |
| 001   | PISOS DE MARMOL "SANTO TOMAS"<br>DE 80 x 40 x 2 CM | M2  | 5,468.84  | 125.28     | 684,880       | 60               | 410,931   | 15                   | 102,733 |         |
| 002   | LOSETA DE MARMOL "SANTO TOMAS"<br>DE 30 x 60 CM    | M2  | 4,585.49  | 125.28     | 574,470       | 60               | 344,682   | 15                   | 86,171  |         |
| 003   | LOSETA DE MARMOL "SANTO TOMAS"<br>DE 30 x 60 CM    | M2  | 3,001.37  | 125.28     | 376,012       | 60               | 225,607   | 15                   | 56,402  |         |
| 004   | HUELLAS Y PERALTES                                 | ML  | 3,173.76  | 99.88      | 316,995       | 60               | 190,197   | 15                   | 47,549  |         |
| 005   | FRANJA DE SEGURIDAD EN<br>ANDENES                  | ML  | 1,800.00  | 24.68      | 44,424        | 60               | 26,654    | 15                   | 6,654   |         |
| 006   | LOSETA BASALTIN                                    | M2  | 932.06    | 98.00      | 91,342        | 60               | 54,805    | 15                   | 13,701  |         |
| 007   | CONCRETO ACABADO PULIDO<br>INTEGRAL                | M2  | 496.50    | 28.58      | 14,190        | 60               | 8,514     | 15                   | 2,128   |         |
| 008   | TECHUMBRE DE TRIDILOSA                             | M2  | 6,880.08  | 256.57     | 1,765,222     | 60               | 1,059,133 | 15                   | 264,783 |         |
| 009   | IMPERMEABILIZACION EN AZOTEAS                      | M2  | 6,880.08  | 75.80      | 521,510       | 60               | 312,906   | 15                   | 78,227  |         |
| 010   | DOMOS EN PASARELA                                  | M2  | 240.00    | 127.67     | 30,641        | 60               | 18,384    | 15                   | 4,596   |         |
| 011   | PINTURA VINILICA EN PLAFONES                       | M2  | 14,898.38 | 8.88       | 132,787       | 60               | 80,272    | 15                   | 20,068  |         |
| 012   | PINTURA DE ESMALTE EN MUROS                        | M2  | 2,076.47  | 14.23      | 29,548        | 60               | 17,729    | 15                   | 4,432   |         |
| 013   | MAMPARA DE MARMOL TRAVERTINO                       | M2  | 1,188.56  | 678.59     | 804,168       | 60               | 482,501   | 15                   | 120,825 |         |
| 014   | VIDRIOS EN PASARELA                                | M2  | 640.00    | 189.07     | 121,005       | 60               | 72,603    | 15                   | 18,151  |         |
|       |                                                    |     |           |            |               |                  | 3,304,920 |                      | 826,230 |         |
|       |                                                    |     |           |            |               | IVA              | 15 %      | 495,739              |         | 123,935 |
|       |                                                    |     |           |            |               | TOTAL            | N \$      | 3,800,658            |         | 950,165 |



## **CONCLUSIONES Y COMENTARIOS**

## CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

---

El mantenimiento como tal, es la actividad que permite realizar las operaciones necesarias para mantener en buen estado de conservación, tanto de apariencia como de funcionamiento, los servicios.

Con base en los puntos anteriormente expuestos, pueden establecerse las siguientes conclusiones:

La economía es siempre un criterio básico que hay que establecer previamente para enfocar el diseño y definir las especificaciones constructivas de cualquier obra en referencia con los costos tanto de inversión como de operación y de mantenimiento, ya que la calidad de sus materiales, elementos y componentes en cuanto a su buen comportamiento y durabilidad, está invariablemente relacionada con su precio.

A igualdad de otros factores, los costos y molestias del mantenimiento preventivo son, en general, menores que los motivados por las acciones correctivas de reparación o reconstrucción.

Salvo el caso de los equipos especializados de la dotación, cuyo mantenimiento lo efectúan especialistas de acuerdo con las instrucciones del fabricante, en general, las obras se entregan a sus

administradores o usuarios sin informarlos ni instruirlos respecto a su utilización y conservación, máxime cuando en virtud de su régimen de propiedad se hallen divididos en áreas comunes y privadas, zonas éstas en que la detección de los eventuales daños corresponde en la práctica en primer término a sus usuarios exclusivos.

Una tarea básica de control preventivo consiste en exigir a los proyectistas las instrucciones básicas para el uso de ciertos componentes, equipos e instalaciones, a fin de que puedan funcionar y conservarse en mejores condiciones, por períodos más largos y con menores costos de mantenimiento.

Cuando una edificación se encuentra en una fase crítica del período de envejecimiento podrá haber llegado al punto de obsolescencia, siendo entonces más recomendable proceder a demolerlo y sustituirlo por uno nuevo (en el caso del Metro, no se ha llegado a esta etapa).



**BIBLIOGRAFIA**

## **Bibliografía**

**El Metro de México**  
**Sistema de Transporte Colectivo Metro**  
**México, D.F., 1973**

**Sistema de Transporte Colectivo Metro**  
**Datos Generales**  
**México, D.F., Nov. 1991**

**Costo y Tiempo en Edificaciones**  
**Suárez Salazar**  
**Limusa.**  
**3a. ed.**

**Simposium México Montreal**  
**El Metro de la Ciudad de México.**  
**Departamento de Mantenimiento de**  
**Vías y Estructuras.**  
**México, D.F., Jun. 1975**

**Reestructuración Vial y del Transporte**  
**para la Ciudad de México.**  
**Grupo ICA-DDF.**  
**México, D.F., Nov. 1976**

**La Planeación del Metro de la Ciudad de México**  
**Cuaderno Técnico 901**  
**Grupo ICA**  
**Mayo 1990**

**Costos y presupuestos**  
**Edificación y urbanización**  
**Edifur**  
**México 1993.**

**Control integral de la edificación**  
**Tomo II - Construcción**  
**Tomo III - Administración y mantenimiento.**  
**Escala**  
**Bogotá, Colombia 1986**