

120
291



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"ESTACION SAN LAZARO METROPOLITANO
LINEA B, TRAMO ELEVADO"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
LOURDES VALENZUELA VALLEJO

ASESOR: ING. MIGUEL MORAYTA MARTINEZ



CIUDAD UNIVERSITARIA, 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

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-166/96

Señorita
LOURDES VALENZUELA VALLEJO
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. MIGUEL MORAYTA MARTINEZ**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.


"ESTACION SAN LAZARO METROPOLITANO LINEA B, TRAMO ELEVADO"

- I. INTRODUCCION
- II. GENERALIDADES DEL METROPOLITANO LINEA B
- III. DESCRIPCION DE LA ESTACION SAN LAZARO
- IV. TRABAJOS DE INSTRUMENTACION Y MONITOREO
- V. CIMENTACION
- VI. SUPERESTRUCTURA
- VII. PRESUPUESTO DE OBRA
- VIII. CONCLUSIONES
- IX. BIBLIOGRAFIA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 29 de noviembre de 1996.
EL DIRECTOR


ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLÍS

JMCS/GMP*lmf

DEDICATORIAS

A mi PADRE:

Jorge Valenzuela Romero por haberme apoyado siempre en mis estudios y en la vida.

A mi MADRE:

Genoveva Vallejo de Valenzuela por todo su apoyo, comprensión y cariño.

A mi hija **Marissa** que es el mejor regalo que la vida pudo darme.

A mi esposo **Ing. Rene Castellanos Pérez** por todo el amor y el apoyo que he recibido.

A mis hermanos **Cecilia, Jorge, Eugenia y Marisol** por todos los buenos y malos momentos que hemos pasado juntos y porque nos mantengamos siempre unidos como hasta ahora.

A mis sobrinos **Gema, Jesús y Fernanda** por su alegría de vivir.

A mis mejores amigos **Natalia, Lety, Lesli, Hugo y Carlos** por su amistad mil gracias.

CONTENIDO.

INTRODUCCIÓN.

I.	GENERALIDADES DEL METROPOLITANO LINEA "B".	1
	I.1. Localización, longitud y trazo.	1
	I.2. Obra Civil.	3
	I.3. Estaciones.	4
	I.4. Puentes viales y peatonales.	7
	I.5. Intercambio modal de transporte.	9
	I.6. Beneficios.	10
	I.7. Datos técnicos.	12
II.	DESCRIPCION DE LA ESTACIÓN "SAN LAZARO".	13
	II.1. Localización.	13
	II.2. Longitud, altura, ancho y trazo de la estación.	13
	II.3. Información general.	14
	II.4. Procedimiento constructivo.	14
	II.5. Estructuración de la estación.	18
	II.6. Datos de proyecto.	21

III. TRABAJOS DE INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO.	23
III.1. Objetivo.	23
III.2. Aspectos geotécnicos.	23
III.3. Trabajos previos a la construcción.	29
III.4. Durante la construcción.	33
III.5. Posterior a la construcción.	33
IV. CIMENTACIÓN.	34
IV.1. Fabricación de pilotes.	34
IV.2. Perforación previa.	36
IV.3. Hincado de pilotes.	37
IV.4. Excavación para el cajón de cimentación.	40
IV.5. Construcción del cajón de cimentación.	41
IV.6. Rellenos locales.	43
V. SUPERESTRUCTURA.	47
V.1. Armado de columnas.	47
V.2. Colado de columnas.	49
V.3. Nivel de altura de columnas.	51
V.4. Fabricación de traves prefabricadas.	54
V.5. Montaje de traves de Apoyo (TA) y Traves Centrales (TC).	55
V.6. Conexión entre traves y columnas.	56

VI. PRESUPUESTO DE OBRA.	58
VI.1. Procedimiento de contratación.	58
VI.2. Tipos de presupuesto.	58
VI.3. Formas de presupuestar una obra.	59
VI.4. Tipo de presupuesto de la Estación "San Lázaro".	60
VI.5. Matrices y alcances de costos.	61
VI.6. Programa de obra.	67
VII. CONCLUSIONES.	69
BIBLIOGRAFIA.	71

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN.

El incremento demográfico y urbano registrado en el Distrito Federal en los últimos años dio lugar a que el 29 de abril de 1967 el entonces presidente de la República, Gustavo Díaz Ordaz, emitiera un decreto en el que dio lugar a la creación del Sistema de Transporte Colectivo Metro, que inauguró su primera línea dos años más tarde, este servicio ha crecido diez veces más y es en la actualidad imprescindible en la vida de la Ciudad, considerándolo como la columna vertebral del sistema de transporte.

En 28 años de funcionamiento, el Metro aumentó de una a diez líneas, incrementó de 16 a 154 su número de estaciones y cuenta con una cantidad 29 veces mayor de trenes, con una dotación de 289 convoyes.

Para 1970 el Metro había transportado a 170 millones de pasajeros, 29 veces la población que tenía el D.F. en 1969, para 1994 logró transportar a 25 millones de personas, el equivalente a cuatro veces la población total de la Tierra.

En 1969 el Metro se extendía, sobre 12.5 kilómetros de vías dobles, transportando diariamente a 240 mil pasajeros, en 1995, la red del Metro aumentó 14 veces transportando a un promedio diario de 4 millones 392 mil viajeros.

La línea más extensa en la actualidad es la 3, que tiene una longitud de 23.609 kilómetros, seguida por las líneas 2, con 23.43 kilómetros, la 8 con 20.069 kilómetros, la 1 con 18.825 kilómetros, la 7 con 18.784 kilómetros, la "A" con 17.142 kilómetros, la 5 con 15.675 kilómetros, la 9 con 15.375 kilómetros, la 6 con 13.948 kilómetros y la 4 con 10.747 kilómetros.

Al ponerse en operación en 1969, el precio del boleto unitario era de un peso, desde entonces su tarifa a aumentado siete veces.

La primera, el 1 de agosto de 1986, a veinte pesos, la segunda, el 16 de mayo de 1987 cuando se incrementó a 50 pesos, la tercera el 21 de diciembre de

1987 a 100 pesos, la cuarta, el 27 de diciembre de 1989 a 300 pesos, la quinta, el 8 de noviembre de 1991 a 400 pesos, la sexta el 16 de diciembre de 1995 a un nuevo peso y, finalmente, el 30 de noviembre de 1996 cuando subió a 1 peso con 30 centavos.

El consumo diario de energía eléctrica del Metro es de 2.5 millones de kilowatts por hora, energía suficiente para iluminar, por el mismo lapso, la totalidad de las Delegaciones Benito Juárez, Cuauhtémoc, Coyoacán y Azcapotzalco juntas, convirtiendo así al Metro en el segundo cliente del organismo Luz y Fuerza, después del propio Gobierno de la Ciudad.

A pesar de las molestias de automovilistas con los cierres de calle y avenidas por la construcción de la línea "B" del Metro, estas obras representan uno de los proyectos más importantes en materia de transporte y comunicación rápida entre los habitantes del Distrito Federal y del Estado de México, ya que las arterias que suelen emplearse resultan insuficientes por el gran número de usuarios que se registran diariamente.

No obstante que los trabajos se vieron paralizados momentáneamente por la falta de recursos, éstos se han reactivado a pasos redoblados porque la ciudadanía ya está impaciente, y aunque se han trazado vías alternas de circulación, los bloqueos siguen provocando retrasos y enojo.

Los trabajos no solo incluyen la realización de túneles por los que correrá esta línea, desde Buenavista hasta Ecatepec, sino que también prevé, además de la maquinaria de control, la construcción de puentes vehiculares que tienen el propósito de agilizar el tráfico.

El universo de personas beneficiadas es incalculable, ya que son millones los ciudadanos que utilizan diariamente este sistema de transporte en sus 9 líneas.

Con esta nueva ampliación, que tendrá una distancia de 23.72 kilómetros y contará con 21 estaciones y con correspondencia a cinco líneas, se da un paso delante para ofrecer a la comunidad un transporte alternativo, moderno y a un bajo precio.

Los trabajos más tardados y de mayor costo son los que se refieren a la introducción de cableado, rieles, computadoras y sistema eléctrico.

Una gran inversión ha requerido este megaproyecto, el cuál ha sido financiado por los impuestos que paga la ciudadanía, en donde se ha utilizado maquinaria de alta tecnología y personal profesional que está a cargo de este.

Paralelamente, otro de los beneficios ha sido la creación de empleos temporales para quienes se vieron afectados por la situación económica de 1995, ya que han asegurado para este año ingresos fijos para su familia.

La primera etapa de la línea "B" permitirá ampliar la cobertura del sistema, proporcionando este servicio a cuatro delegaciones del Distrito Federal, así mismo, permitirá dar atención a la demanda de transporte de los municipios de Nezahualcóyotl y Ecatepec en el Estado de México.

Los trenes que se emplearán para el Metropolitano Línea B constan de nueve carros y tienen una longitud de 147.62 m., su capacidad de carga (1,530 pasajeros / carro).

La velocidad máxima que alcanzará será de 75 kph y la comercial será de 37 kph.

El mantenimiento menor del material rodante se hará cada 20,000 km. ó con más frecuencia si así se requiere y será efectuado en los talleres de mantenimiento, consiste en la revisión y limpieza de todos los sistemas con que cuenta. El mantenimiento mayor se llevará a cabo cada 300,000 km. y consistirá en la renovación de todos sus equipos.

**LÍNEAS Y AMPLIACIONES QUE SE HAN CONSTRUIDO
EN LA CD. DE MÉXICO**

LÍNEA	TRAMO	LONGITUD TOTAL (KM.)	PROCEDIMIENTO (KM.)	TIPO DE ESTACION TERMINAL, CORRESPONDENCIA Y PASO
1	Zaragoza-Observatorio	18.825	Superficial 992 Subterráneo 17.903	2 Terminal Observatorio Pantitlán L-1, L-9 y L-A 5 Correspondencia Balderas L-3 Salto del Agua L-8 Pino Suárez L-2 Candelaria L-4 Tacubaya L-9 y L-7 5 de Paso
2	Taxqueña-Tacuba	23.430	Superficial 10.766 Subterráneo 12.664	2 Terminal Taxqueña Cuatro Caminos 3 Correspondencia Chabacano L-8 y L-9 Pino Suárez L-1 Bellas Artes L-8 Hidalgo L-3 Tacuba L-7 17 de Paso

LÍNEA	TRAMO	LONGITUD TOTAL (KM.)	PROCEDIMIENTO		TIPO DE ESTACIÓN TERMINAL, CORRESPONDENCIA Y PASO	
3	Tlatelolco-Hospital General	23.609	Superficial Subterráneo	5.395 18.214	2 Terminal 3 Correspondencia 14 de Paso	Universidad Indios Verdes Centro Médico L-9 Balderas L-1 Hidalgo L-2 La Raza L-5 Basilica L-6
4	Martín Carrera-Santa Anita	10.747	Superficial Elevado	1.194 9.553	2 Terminal 3 Correspondencia 5 de Paso	Martín Carrera L-6 Santa Anita L-8 Consulado L-5 Candelaria L-1 Jamaica L-9
5	Pantitlán-Politécnico	15.675	Superficial Subterráneo	7.833 7.842	2 Terminal 3 Correspondencia 8 de Paso	Pantitlán L-1, L-9 y L-A Politécnico Consulado L-4 La Raza L-3 I. del Petróleo L-6

LÍNEA	TRAMO	LONGITUD TOTAL (KM.)	PROCEDIMIENTO		TIPO DE ESTACIÓN TERMINAL, CORRESPONDENCIA Y PASO	
6	El Rosario-Martin Carrera	13.948	Superficial Subterráneo	1.903 12.045	2 Terminal 2 Correspondencia 7 de Paso	El Rosario L-7 Martin Carrera L-4 I. del Petróleo L-5 Basilica L-3
7	El Rosario-Barranca del Muerto	18.784	Superficial Subterráneo	1.031 17.753	2 Terminal 2 Correspondencia 10 de Paso	El Rosario L-6 Barranca del Muerto Tacuba L-2 Tacubaya L-1 y L-9
8	Garibaldi-Constitución de 1917	20.069	Superficial Subterráneo	5.442 14.627	2 Terminal 4 Correspondencia 13 de Paso	Constitución de 1917 Garibaldi L-2 Santa Anita L-4 Chabacano L-9 Salto del Agua L-1 Bellas Artes L-2

I.
GENERALIDADES
DEL
METROPOLITANO
LÍNEA "B"

I. GENERALIDADES DEL METROPOLITANO LINEA "B".

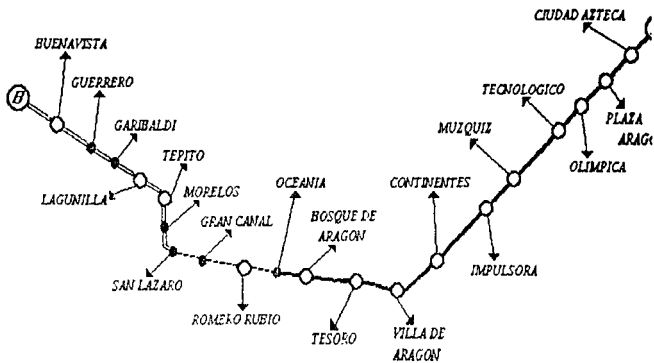
I.1. LOCALIZACIÓN, LONGITUD Y TRAZO.

El proyecto del Metropolitano Línea "B", se ubica al poniente-centro de la Ciudad y nororiente del Área Metropolitana, tiene su origen en la zona de Lomas Hipódromo con dirección poniente-oriente, para proseguir en sentido norte hacia San Juan de Aragón y terminar en Ciudad Azteca, Municipio de Ecatepec en el Estado de México; cruza por las delegaciones: Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Gustavo A. Madero del Distrito Federal, y los Municipios de Nezahualcóyotl y Ecatepec del Estado de México, desplazándose por vialidades importantes tales como: el Boulevard Miguel de Cervantes Saavedra, Prolongación Moliere, Lago Ginegra, Plan de Guadalupe, Laguna del Carmen, Eje 1 Norte, las Avenidas: Eduardo Molina, Artilleros, Océania y 608 en el Distrito Federal así como la Avenida Central en el Estado de México.

En su primera etapa (Buenavista - Ciudad Azteca), el Metropolitano Línea "B" tendrá una longitud de 23.72 km., de los cuales 14.22 km. se ubican en el Distrito Federal y 9.50 en el Estado de México. Inicia al norponiente del Centro Histórico de la Ciudad en el Eje 1 Norte para continuar en dirección oriente por el mismo eje cruzando la estación de Ferrocarriles Nacionales de Buenavista, la colonia Guerrero, la glorieta de José de San Martín y las zonas comerciales de la Lagunilla y Tepito.

Posteriormente, en el Eje 1 Oriente la línea presenta una deflexión hacia el suroriente hasta encontrar la Av. Eduardo Molina y continuar en dirección nororiente por la Av. Artilleros, atraviesa la Av. Gran Canal para proseguir por las Avenidas Océania y 608 en San Juan de Aragón. A la altura de la planta industrial de desechos sólidos, el Metropolitano Línea "B" continúa su trazo en dirección franca hacia el oriente, hasta los límites con el Estado de México donde prosigue en sentido norte por la Av. Central, cruza en este trayecto vialidades importantes como las Avenidas: de las Torres, Valle de la Zapata, Nezahualcóyotl, Gobernador A. del Mazo y Santa Teresa. El Metropolitano

TRAZO DE LA RED DEL METROPOLITANO LINEA "B"



- == TRAMO SUBTERRANEO
- TRAMO ELEVADO
- TRAMO SUPERFICIAL
- ESTACIONES DE CORRESPONDENCIA
- ESTACIONES DE PASO

Línea "B" continúa sobre la misma Avenida Central hasta la calle Boulevard de los Aztecas donde finaliza el trazo de la línea.

I.2. OBRA CIVIL.

El procedimiento constructivo se llevará a cabo en tres tipos de solución:

* **Subterránea.** en una longitud de 5.92 km. a partir del extremo poniente de la línea en el Eje 1 Norte y la calle Nogal; continúa en esta solución a lo largo del mismo Eje hasta la Av. Eduardo Molina donde se realiza la transición de subterráneo a elevado.

La solución subterránea se logra partiendo de la construcción de dos muros tablaestaca colados "in situ", los cuales sirven para contener el terreno natural mediante un sistema de apuntalamiento entre los muros durante la excavación, misma que se efectúa a cielo abierto.

La estructuración del cajón que servirá de túnel es a base de losa de fondo, muros y losa de techo. Los muros tablaestaca pueden ser utilizados como parte integral del cajón, dependiendo de la profundidad del mismo y de las características particulares del terreno.

* **Elevada.** en una longitud de 4.45 km. prosigue la línea en solución elevada, desde el portal de salida en la incorporación de la Av. Eduardo Molina, para continuar por la Av. Artilleros y Oceanía, Cruza el Gran Canal y posteriormente hace correspondencia con la estación Oceanía de la línea 5 para proseguir en solución superficial.

Así mismo, para librar la vía de ferrocarril Cuautla - Los Reyes, se construirá un tramo elevado de aproximadamente 400 m. entre Av. Bosques de Asia y el Eje 5 Norte.

En solución elevada, se constituye por zapatas de concreto reforzado de sección cuadrada apoyadas en grupos de pilotes que trabajan a fricción; dados y columnas de concreto reforzado que a su vez reciben las traveses portantes y portadas prefabricadas que conforman la sección del Metro.

**Superficial*, a partir de la Av. Tachel sobre las Avenidas 608 y Central, en el Estado de México, tomando en consideración la economía de la obra, el contexto urbano y los anchos efectivos de calzada, la línea se construye en 13.33 km. en solución superficial permitiendo el paso a peatones y vehículos a lo largo de su trazo, con puentes y pasos elevados, respectivamente.

La solución superficial consiste en una estructura de concreto hidráulico reforzado de sección rectangular, integrada por una losa de fondo la cual se construye sobre una plantilla de concreto pobre y dos muros laterales que además sirven de confinamiento y de seguridad.

1.3. ESTACIONES.

El Metropolitano Línea "B" en su primera etapa, contará con 21 estaciones, de las cuales 13 se construirán en el Distrito Federal y ocho en el Estado de México. Cinco estaciones serán de correspondencia con las líneas: 1,3,4,5 y 8 de la red en operación y a futuro se tendrá correspondencia adicional con las líneas 2,6,7,14 y 15.

Todas las estaciones tendrán una longitud de 150 m. para recibir trenes de nueve carros. Se optimizarán los espacios de las estaciones que consideran áreas propias para la distribución de usuarios tales como: escaleras, accesos a vestíbulos interiores y exteriores, andenes y pasarelas de cambio de andén y correspondencia. Así mismo, se contará con áreas para el personal de servicio administrativo y operativo.

Los vestíbulos exteriores de las estaciones ofrecerán a los usuarios áreas de venta de boletos, casetas telefónicas e información. Los vestíbulos interiores

tendrán como función básica encauzar y distribuir adecuadamente a los usuarios hacia el interior de la estación.

Los materiales de acabados que se utilizarán en pisos serán de alta resistencia al desgaste y fácil mantenimiento, los muros de las estaciones se cubrirán con mamparas de fácil manejo y mantenimiento, así mismo se emplearán materiales resistentes al fuego y al vandalismo. Se contará con señalamiento informativo y de orientación del usuario tales como: ubicación de calles y avenidas, correspondencias y diagramas de la red, entre otros.

Buenavista. Estación terminal provisional, futura correspondencia con la línea 15, ubicada en el cruce del Eje 1 Norte entre Insurgentes y J.N.Rossains frente a la estación de Ferrocarriles Buenavista con correspondencia a futuro con ésta, su solución es subterránea.

Guerrero. Estación de correspondencia con línea 3, localizada en Eje 1 Norte y Héroe, su solución es subterránea.

Garibaldi. Estación de correspondencia con línea 8, ubicada en el Eje 1 Norte, Reforma y Allende, en solución subterránea.

Lagunilla. Estación de paso, que se localiza sobre el Eje 1 Norte entre República de Brasil y Jesús Carranza en solución de tipo subterránea.

Tepito. Estación de paso, se ubica entre Manuel Doblado y la Avenida del Trabajo, en solución de tipo subterránea.

Morelos. Estación de correspondencia con línea 4, ubicada sobre el Eje 1 Norte entre Peña y Peña y Miguel Domínguez, solución de tipo subterránea.

San Lázaro. Estación de correspondencia con línea 1, ubicada al norte de la Terminal de Pasajeros de Oriente (TAPO) en solución elevada.

Gran Canal. Estación de futura correspondencia con la línea 14, se localiza sobre Av. del Peñón entre Vidriería y Refinería, solución de tipo elevada.

Romero Rubio. Estación de paso, ubicada sobre Av. África entre Guinea y Japón en solución elevada.

Oceanía. Estación de correspondencia con línea 5, se ubica en la intersección de la Av. Oceanía y el Circuito Interior en solución elevada.

Bosque de Aragón. Estación de paso que se localiza sobre Av. Oceanía en el cruce con Av. 602 y Av. 608 en solución superficial.

Tesoro. Estación de paso, ubicada sobre Av. 608 en el cruce con calle 613, frente al bosque de Aragón, solución superficial.

Villa de Aragón. Estación de correspondencia a futuro con línea 6 que se localiza sobre Av. 608 entre Av. 601 y Eje 5 Norte, frente a la planta industrializadora de desechos sólidos, solución superficial.

Continentes. Estación de paso, ubicada sobre Av. Central y el Cruce con Boulevard de los Continentes, solución superficial.

Impulsora. Estación de paso, que se ubica sobre Av. Central y el cruce con Av. Valle de las Zapatas, solución superficial.

Múzquiz. Estación de paso sobre Avenida Central en el cruce con Valle del Guadiana, solución superficial.

Tecnológico. Estación de paso sobre Av. Central entre Av. Jacarandas y Avenida Ciudad Azteca, frente al tecnológico de Ecatepec en solución superficial.

Olimpica. Estación de paso sobre Av. Central en el cruce con Avenida Valle del Júcar, solución superficial.

Plaza Aragón. Estación de paso sobre Avenida Central en el cruce con Valle de Sagitario, solución superficial

Ciudad Azteca. Estación terminal definitiva ubicada sobre Avenida Central entre Boulevard de los Guerreros y Boulevard de los Aztecas, en solución.

I.4. PUENTES VIALES Y PEATONALES

La construcción del Metro en el tramo que corresponde al Eje 1 Norte será subterráneo por lo que el proyecto vial consistirá en restituir las banquetas y pavimentos así como el señalamiento vial horizontal y vertical.

La solución elevada que concibe en el tramo comprendido entre las estaciones Gran Canal y Oceanía dado que la afectación a la Vialidad es puntual por la construcción de las zapatas, la solución vial se resolverá de manera análoga que para el tramo subterráneo.

Cabe señalar que la disposición de las columnas en el tramo elevado permitirán el libre tránsito de las calles transversales al trazo de la línea, así mismo, el gálibo vertical libre del viaducto será de 5.50 m. mínimo para efectos de tráfico vehicular pesado.

En el tramo superficial comprendido por las Avenidas 608 y Central en el Estado de México, se tiene previsto transformar en una vialidad continua con una longitud aproximada de 18 km. para lo cual se construirán diez puentes viales y tres distribuidores.

Con la habilitación de esta vía rápida se creará un eje de comunicación norte-sur de 45 m. aproximadamente, de vialidad continua desde Venta Carpio hasta Xochimilco; siendo vía de acceso controlado con cinco carriles por sentido desde Ciudad Azteca a la Terminal de Autobuses TAPO en una longitud del orden de 15 km.

Para el correcto funcionamiento vial se construirán diez pasos elevados y tres distribuidores en los cruces viales de primer orden siguiente:

Distribuidor Oceanía - Zaragoza. Se construirá en el cruce del Eje 1 Norte, la Av. Iztaccihuatl y la futura vialidad sobre el Gran Canal.

Puente Marruecos. Se construirá en el cruce de la Av. Oceanía con la Av. Marruecos.

Distribuidor Bosque de Aragón. Se ubica al sur del Bosque de Aragón y se resolverá la intersección de las Avenidas Oceanía, 602, vía Tapo, 608, 506 y 508.

Distribuidor Villa de Aragón. Al nororiente del Bosque de Aragón. Dará solución vial al cruce del Eje 3 Norte (Av. 608) ; Eje 5 Norte (Av. 412, Av. Taxímetros) y Av. Central.

Puente Ferrocarril Los Reyes. Se construirá longitudinal a la Av. Central entre Boulevard de los Continentes y Eje 5 Norte en solución elevada conjuntamente con el Metro para librar el cruce del ferrocarril en los límites del Distrito Federal y el Estado de México.

Puente Vehicular Continentes. Se construirá sobre la Av. Boulevard de los Continentes, transversal a la estación del mismo nombre con doble sentido de circulación; un carril de circulación por sentido, contará con bahías de ascenso y descenso.

Puente Vehicular Impulsora. Se construirá sobre la Av. Valle de las Zapatas, transversal a la estación del mismo nombre, con un carril de circulación por sentido, contará con bahías de ascenso y descenso

Paso a desnivel Río de los Remedios. Se construirá en la Av. Central y el cruce con Anillo Periférico, con doble sentido de circulación y tres carriles por sentido; tendrá bahías de ascenso y descenso de pasajeros.

Puente vehicular Múzquiz. Se construirá sobre la Avenida Gobernador J. Fernández transversal a la estación del mismo nombre, con doble sentido de circulación y dos carriles por sentido: tendrá bahía de ascenso y descenso.

Puente Gobernadores. Se construirá sobre la Avenida Gobernador A. del Mazo; constará de dos carriles de circulación por sentido.

Puente tecnológico. En solución elevada se construirá sobre la Av. Sor Juana Inés de la Cruz; tendrá un carril de circulación por sentido y contará con bahías.

Puente Boulevard de Los Aztecas. Se construirá sobre el Boulevard del mismo nombre con dos carriles de circulación.

Puente Boulevard de Los Teocallis. En solución elevada. Se construirá sobre el Boulevard del mismo nombre con dos carriles de circulación.

Sobre las Avenidas 608 y Central se construirán 19 puentes peatonales y se rehabilitarán cinco sitios adecuados para permitir el libre tránsito de personas, así mismo sobre la Avenida Oceanía en el tramo Eje 1 Norte y Calle 1 se habilitarán cinco puentes más.

I.5. INTERCAMBIO MODAL DE TRANSPORTE.

Para proporcionar un adecuado intercambio de modos de transporte, en la estación Buenavista se hará la infraestructura necesaria para facilitar el intercambio de usuarios entre la red de ferrocarriles y la del Metro.

En el distribuidor Bosques de Aragón se habilitarán paraderos de microbuses y autobuses para proporcionar el intercambio de modos de transporte. Por otro lado, se construirá un paradero con capacidad necesaria para captar el

transporte de superficie, frente a la planta de desechos sólidos de San Juan de Aragón.

A lo largo de la Av. Central y al norte de la Avenida 608, se dispondrán buhías en los puentes vehiculares para captar la alimentación transversal del transporte de superficie. Así mismo, en la terminal Ciudad Azteca se construirá un paradero de gran capacidad para la captación de transporte proveniente de las áreas conurbadas al norte y norponiente de la estación.

Por su trazo el Metropolitano Línea B permitirá la comunicación entre las zonas nororiente y poniente del Area Metropolitana, dando cobertura a la parte norte del Centro Histórico de la Ciudad de México, que es uno de los puntos de mayor atracción de viajes de la ciudad.

En su primera etapa, esta línea intercomunicará directamente los municipios de Ecatepec y Nezahualcóyotl en el Estado de México, con las Delegaciones Gustavo A. Madero, Venustiano Carranza y Cuauhtémoc del Distrito Federal. Lo anterior, acentúa el carácter metropolitano de esta línea permitiendo a su vez una importante captación en punta en la estación Ciudad Azteca.

A futuro el Metropolitano Línea B, conectará con nueve de las 15 líneas que conforman la red del Metro. En su primera etapa contará con cinco estaciones de correspondencia: San Lázaro (línea 1), Guerrero (línea 3), Garibaldi (línea 8), Morelos (línea 4) y Oceanía (línea 5), lo que permitirá mayores opciones de traslado para el usuario desde su puesta en operación y a su vez, incrementará y mejorará la distribución de la demanda de usuarios del sistema. Así mismo, a mediano plazo se establecerá la conexión del Metro con la red de ferrocarriles Nacionales de Buenavista.

L.6. BENEFICIOS.

Con la construcción de la Línea B, se obtendrán los siguientes beneficios:

- **3.72 km. más de transporte masivo con una capacidad máxima de 60,000 pasajeros/hora/sentido.**
- **Se atenderán diariamente hasta 600,000 viajes, enlazando el Estado de México con el Distrito Federal, en el Centro Histórico.**
- **Apoyar el programa de desaliento sobre el uso del automóvil.**
- **Reestructuración del transporte en la zona.**
- **La comunidad ahorrará diariamente miles de horas- hombre.**
- **Sustitución diaria de 550,000 viajes en otros modos de transporte reduciendo con ello la contaminación vehicular en el medio ambiente en aproximadamente 50 toneladas de contaminantes al día.**
- **Disminución de congestión de tránsito y aumento de la velocidad en las vialidades por donde pasa el Metro.**
- **Acceso directo a la red a 21 colonias y 3 Delegaciones del D.F. y a 19 colonias y 2 Municipios conurbados del Estado de México.**
- **Mayor oferta de transporte masivo para todos los habitantes del Area Metropolitana de la Ciudad de México.**

I.7. DATOS TECNICOS.

Longitud	23.72 km. (14.22 km. en el D.F. y 9.50 km. en el Estado de México).
Estaciones	1 Terminal definitiva: Cd. Azteca. 1 Terminal provisional: Buenavista. 5 Estaciones de correspondencia. 14 Estaciones de paso.
Interestaciones	1,021 m. (promedio).
Número de viajes inicial	32,500 Pasajeros -Hora-Sentido.
Número de viajes total esperado inicial	450,000 pasajeros - día.
Material rodante	Neumático tercer riel.
Capacidad	1,500 Personas (tren de 9 carros).
Velocidad máxima	75 KPH.
Velocidad comercial	37 KPH.
Intervalo	90 segundos.

II.
DESCRIPCIÓN DE
LA ESTACIÓN
“SAN LÁZARO”

II. DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN "SAN LÁZARO".

II.1. LOCALIZACIÓN.

La Estación se localiza sobre la Avenida Artilleros casi esquina con Av. Eduardo Molina, entre los cadenamientos 18 + 253.100 y 18 + 422.978 de la estructura elevada del Metropolitano Línea B.

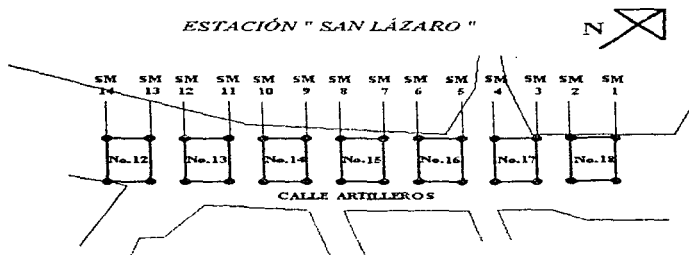


Fig. II.1. Ubicación de la Estación "San Lázaro"

II.2. LONGITUD, ALTURA, ANCHO Y TRAZO DE LA ESTACIÓN.

La longitud de la estación es de aproximadamente 170 m., la altura del nivel de terreno natural a subrasante del viaducto es de 7 m., y al nivel de andén de 8.86 m. Tiene un ancho a lo largo del andén de 20.75 m. y el trazo es recto.

II.3. INFORMACIÓN GENERAL.

La Estación "San Lázaro" es una estación que tiene correspondencia con otra línea. El viaducto donde circulan los Metros la atraviesa de extremo a extremo. Existe de cada lado del viaducto un andén a todo lo largo, también unas escaleras de emergencia para cada andén y una escalera de cambio de andén. El techo lo conforman cubiertas que abarcan andenes y escaleras. El acceso a la estación se da por la parte de la correspondencia.

II.4. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

La secuencia constructiva en el diseño de la superestructura y subestructura del Metropolitano Línea "B" se describe a continuación de acuerdo a como lo marcó el proyectista:

- 1. Trazo de la estación del Metro elevado.**
- 2. Localización de ejes de columnas.**
- 3. Ubicación de columnas.**
- 4. Trazo del cajón de cimentación de cada apoyo.**
- 5. Desvío de instalaciones de servicios, así como la vehicular correspondiente.**

(Actividades a realizar en paralelo a la construcción de zapatas y columnas)

- 6. Producción de pilotes de concreto prefabricado, según proyecto.**
- 7. Producción de traveses TA de concreto prefabricado pretensado.**
- 8. Producción de traveses TC de concreto prefabricado pretensado.**

- 9. Producción de armaduras bajo andén.**
- 10. Producción de estructuras de escalera de cambio de andén.**
- 11. Producción de estructuras de escaleras de emergencia.**

(Para cada apoyo se procederá de la siguiente forma.)

- 12. Hincado de pilotes en el número, ubicación y hasta el nivel de desplante de pilotes indicado en proyecto.**
- 13. Excavación para el cajón de cimentación de las dimensiones correspondientes hasta el nivel de desplante de zapata que marca el proyecto más el espesor de la plantilla.**
- 14. Descabece de pilotes, 5 cm. por arriba del nivel de desplante de zapata indicado.**
- 15. Colado y fraguado de plantilla.**
- 16. Habilitado del acero de refuerzo del cajón de cimentación y del refuerzo de columnas ahogado en ésta, la ubicación del refuerzo longitudinal de la columna debe de seguir estrictamente lo indicado en el plano de ésta, para evitar problemas en las conexiones con contratraves, cabezales y capiteles.**
- 17. Cimbrada y colada la cimentación (losa de fondo, contratraves y losa tapa), se deja el refuerzo longitudinal de las columnas listo para su continuación.**
- 18. Ubicación de los niveles de tope de colado de cada columna de apoyo, en campo.**
- 19. Una vez alcanzado el 80% de la resistencia del concreto del cajón de cimentación, descimbrar y continuar con el siguiente punto.**
- 20. Habilitado del refuerzo longitudinal y transversal de la columna, considerando el refuerzo para su conexión con la trabe TA. En el caso de las**

columnas que soportan las escaleras de emergencia dejar preparados los accesorios metálicos requeridos para la conexión de las ménsulas.

21. Cimbrado y colado de columnas, hasta el nivel del paño inferior del cabezal considerado para cada una.
22. Alcanzado el 80% de la resistencia del concreto, descimbrar y continuar con el siguiente punto.
23. Colocación de la estructura de soporte para Trabe TA del viaducto.
24. Montaje de Trabe TA sobre estructura de soporte.
25. Colocación de cimbra para el cabezal.
26. Habilitado del acero de refuerzo y de ductos en cabezal.
27. Colado del cabezal, abarcando la zona de trabe y de columna que afecta, dejando preparados en ésta última los accesorios para el postensado.
28. Habilitado del refuerzo en el tramo de columna faltante y de los accesorios de los capiteles.
29. Cimbrado y colado el cabezal hasta el tope de colado de la columna.
30. Una vez alcanzado el 80 % de la resistencia del concreto del cabezal, se continúa con el siguiente punto.
31. Introducción de los cables en los ductos para el postensado.
32. Postensado del cabezal, inyectando posteriormente lechada en los ductos con una resistencia de $f'c \approx 350 \text{ kg / cm}^2$.
33. Retiro de estructura de soporte de Trabes TA y cimbra del cabezal.
34. Relleno de excavación de la cimentación hasta el nivel de terreno natural.

- 35. Montaje de traves TA de anden sobre columnas de apoyo.**
- 36. Montaje de traves TC de anden.**
- 37. Colado de la conexión con concreto de resistencia igual al de la columna, $f'c = 300 \text{ kg} / \text{cm}^2$.**
- 38. Alcanzado el 80 % de la resistencia del concreto, se continúa con el siguiente punto.**
- 39. Montaje de la Trabe TC más pequeña de las dos que se apoyarán en la Trabe TA, esto se hace tanto para las traves de anden como para la de viaducto.**
- 40. Montaje de las otras traves TC.**
- 41. Fijar la conexión de traves TC con TA por medio de los pernos dejados para esto.**
- 42. Conexión de armaduras de bajo anden con traves TA y TC de anden sujetando la armadura en su parte inferior con las almas de las traves y en la parte superior con el alero de la trabe al accesorio metálico dejado para esto.**
- 43. Paralelamente a las actividades siguientes, se empieza la producción de los marcos que soportan la cubierta.**
- 44. Habilitado del acero de refuerzo de los muros soporte de la escalera cambio de anden, dejando los accesorios requeridos para la conexión de la misma.**
- 45. Cimbrado y colado de muros.**
- 46. Montaje de estructuras de las escaleras de emergencia sobre las columnas y ménsulas preparadas para el caso, fijándolas con los accesorios metálicos preparados para esto.**
- 47. Armado de escaleras en 2a etapa (losa, escalones, piso y barandal).**

- 48. Armado de cubierta metálica de escaleras.**
- 49. Montaje de estructuras de la escalera de cambio de anden, sujetándola a los pernos preparados para esto.**
- 50. Armado de escalera en 2a etapa (losa, escalones, piso y barandal.)**
- 51. Habilitar el refuerzo de plintos aligerados en los conectores de las trabes preparados para ligar éstos elementos.**
- 52. Cimbrado y colado de plintos, dejando preparados los accesorios requeridos por el proyecto.**
- 53. Montaje de los marcos de cubierta fijándolos con los accesorios**
- 54. Armado de cubierta en 2a etapa (colocación de largueros, arriostramientos y techumbre.)**
- 55. Tendido de vías y señalamientos.**
- 56. Hacer los trabajos hidráulicos y eléctricos faltantes, según proyecto.**
- 57. Realización de acabados de toda la estación.**

II.5. ESTRUCTURACIÓN DE LA ESTACIÓN.

La estructuración de la estación consta de los siguientes sistemas estructurales:

SUPERESTRUCTURA.

Esta formada por una serie de apoyos. El apoyo tipo se compone de 4 columnas, 3 trabes de apoyo (TA) y dos cabezales, éstos elementos estructurales forman dos marcos longitudinales y dos transversales. Cada uno de los marcos transversales consta de dos columnas unidas por medio de un

cabezal. Longitudinalmente cada par de columnas están unidas por una trabe TA, que tiene la función de andén y sobre los cabezales se apoya otra TA que soporta el viaducto, sobre el que circulan los trenes del Metro.

Los apoyos están espaciados uno de otro y unidos entre sí por tres trabes centrales (TC), cada una apoyada en una TA. Las trabes TA y TC son trabes cajón de concreto prefabricado presforzado, las columnas son de sección circular de concreto colado en sitio y los cabezales son de sección rectangular de concreto postensado.

La cubierta metálica del andén es soportada por marcos apoyados sobre los aleros de las trabes de andén y van a cada 3.50 m. Las zonas de los aleros donde se apoyan los marcos son reforzadas por un punto metálico llamado "armadura de bajo andén", el cual se apoya en la parte inferior del alma de la trabe y en su parte superior va conectada al alero por medio de un accesorio metálico.

Las escaleras de emergencia o de fin de andén son dos y están soportadas por las columnas del último apoyo más dos columnas adicionales.

SUBESTRUCTURA.

La subestructura para cada apoyo tipo es un cajón de cimentación apoyado en pilotes, en el cual se apoyan las 4 columnas. El cajón tipo está formado por una retícula de contratraves y por dos losas, una de fondo y una de tapa.

La cimentación es de concreto reforzado colado en sitio y los pilotes son de concreto reforzado prefabricado.

Las dimensiones de los elementos que componen la estructura son los siguientes:

CLAROS. La distancia entre las columnas del apoyo son en sentido longitudinal de 7 m. y en el transversal de 13.75 m. La separación entre apoyos (a columnas) es de 21 m.

Los claros de las rampas de las escaleras varían alrededor de 6 m.

TRABES TA. La trabe TA es una sección cajón con patines, el ancho de éste varía de 3.20m. a 2.34 m. y el ancho total es de 7.86 m., para viaducto y 7.50m. para andén. La trabe está compuesta de un claro central de 7 m. y dos volados de 3.50 m. a apoyos de traves TC. Es de peralte constante igual a 1.40 m. en toda su longitud.

TRABES TC. La trabe TC es una sección tipo cajón con patines, tramos macizos en los extremos, con una longitud de 14 m. y su peralte es constante de 1.40 m. El ancho del cajón es variable, va de 3.20 m. a 2.34 m. y el ancho es igual al de las traves TA.

ARMADURA DE BAJO ANDEN. La armadura solo consiste en un perfil tubular de 15 cm. de diámetro, conectado en sus extremos a la trabe por medio de unos accesorios metálicos.

ESTRUCTURA DE ESCALERAS. Son alfardas metálicas las que soportan la escalera, éstas a su vez se apoyan en unas ménsulas metálicas que sobresalen de las columnas del apoyo y sobre una columna de concreto. La sección de las alfardas es un tubular rectangular de 15 x 25 cm., las ménsulas están formadas por tubulares redondos de 10 cm. de diámetro y la columna es de sección circular de 80 cm. de diámetro.

COLUMNAS. Las columnas del apoyo tipo son de sección circular de 1.40 m. de diámetro.

CABEZALES. Los cabezales son de sección maciza rectangular de 1.70 m. de ancho por 1.30 m. de peralte en toda su longitud.

CIMENTACIÓN DE APOYOS. Las contratraves que componen el cajón son de peralte constante, de 1.70 m. o de 2.70 m. Los anchos son constantes a todo lo largo del elemento y varían desde 50 cm. hasta 95 cm. El peralte de la losa de fondo es de 20 cm. y el de la losa tapa es de 15 cm.

PILOTES. Los pilotes son de sección cuadrada de 40 x 40 cm. y son fabricados en dos tramos de 15 m. cada uno.

II.6. DATOS DE PROYECTO.

La tabla II.1. se obtuvo de datos calculados conforme al proyecto real, conciliados entre el constructor y el supervisor.

Zapata	Tipo	No Pilotes (pza)	Excavación (m ³)	Concreto (m ³)	Cimbra (m ²)	Relleno (m ³)	Acero (kg.)
12	Z-160-3	36	576.70	161.36	385.00	150.00	35,268.84
13	Z-160-1	44	668.48	168.58	440.76	193.45	26,889.89
14	Z-160-1	44	722.94	168.50	440.76	193.45	26,889.89
15	Z-160-1	44	699.05	168.50	440.76	193.45	26,889.89
16	Z-160-1	44	660.24	168.50	440.76	180.12	26,889.89
17	Z-160-1	44	697.41	168.50	440.76	185.45	26,889.89
18	Z-160-2	36	690.45	160.81	429.00	171.31	35,757.13

Tabla II.1

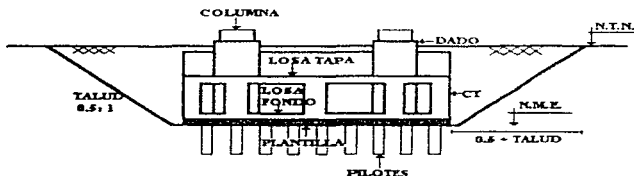


Figura II.2. Sección de excavación en Zapatas

DATOS PRINCIPALES DE ZAPATAS EN CONJUNTO " SAN LÁZARO "

No de Pilotes	No de Apoyo	Ejes de Columnas	Cadenamientos	Tipo de Zapata	Largo de Zapata	Ancho de Zapata	Distancia Hombro Tabal + 0.50	Nivel T.N	Nivel Desp. Pilote	Nivel Máx. Exc.	Nivel Desp. Columna	Long. de Desc. Pilote
36	12	SM13 - SM14	18+415.978 - 18+422.978	Z - 160 - 3	8.835	14.450	2.917	30.100	0.000	27.066	29.816	0.884
44	13	SM11 - SM12	18+373.100 - 18+400.100	Z - 160 - 1	11.650	14.300	2.070	30.213	0.009	27.033	29.783	0.917
44	14	SM09 - SM10	18+265.100 - 18+372.100	Z - 160 - 1	11.650	14.300	1.986	30.020	0.000	27.048	29.798	0.902
44	15	SM07 - SM08	18+337.100 - 18+344.100	Z - 160 - 1	11.650	14.300	2.018	29.977	0.000	26.941	29.691	1.009
44	16	SM05 - SM06	18+299.100 - 18+346.100	Z - 160 - 1	11.650	14.300	2.026	29.954	0.000	26.902	29.652	1.048
44	17	SM03 - SM04	18+281.160 - 18+268.100	Z - 160 - 1	11.650	14.300	2.039	29.940	0.000	26.863	29.613	1.087
36	18	SM01 - SM02	18+255.100 - 18+260.100	Z - 160 - 2	9.170	14.450	2.043	29.961	0.000	26.876	29.626	1.074

Tabla N 2

III.
TRABAJOS DE
INSTRUMENTACIÓN
Y MONITOREO

III. TRABAJOS DE INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO.

III.1. OBJETIVO.

El objetivo del monitoreo es principalmente para prevenir posibles daños a estructuras aledañas atribuidos a las obras que se generan por la construcción del Metro, así mismo, estas mediciones que se efectuarán durante el monitoreo permitirán detectar oportunamente cualquier comportamiento anormal (como condiciones de inestabilidad o deformaciones inadmisibles), que puedan provocar daños en instalaciones municipales, colindancias, y en la misma construcción, así como ratificar o rectificar si es el caso los procedimientos constructivos, adicionalmente permitirá retroalimentar los criterios de proyecto.

Se incluyen también estudios estratigráficos que se hicieron y otros que deberán hacerse y seguirse para realizar los trabajos de monitoreo, tanto en las estructuras y obras inducidas proyectadas como en las edificaciones adyacentes que se presenten antes, durante y después de la realización de la obra.

III.2. ASPECTOS GEOTECNICOS.

Debido a que una buena parte de la Ciudad de México se encuentra construida sobre el fondo del ex lago de Texcoco, se presentan problemas de cimentación en la ciudad.

El Valle de México se caracteriza por la muy intensa actividad volcánica que tuvo lugar en el pasado.

Los numerosos estudios que se han realizado hasta hoy en relación al subsuelo del Valle de México han permitido a Marsal y Mazari zonificar la Ciudad de México en tres grandes áreas, atendiendo a un punto de vista estratigráfico:

Zona 1. De Lomas. Constituida por terrenos compactos, areno-limosos, con alto contenido de grava algunas veces. En general la zona de Lomas presenta buenas condiciones para la cimentación de estructuras, la capacidad de carga

ZONIFICACIÓN DEL VALLE DE MÉXICO.

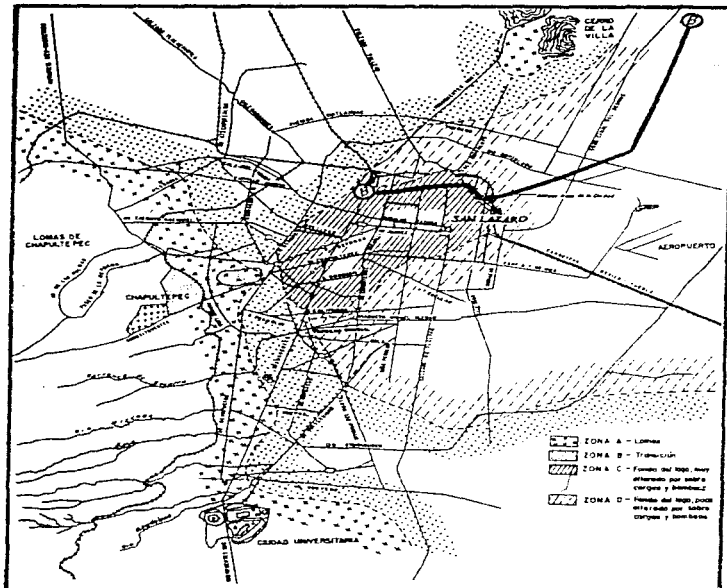


Figura. III.1 Zonificación del Valle de México de acuerdo al punto de vista estratégico.

del terreno es alta por lo que no se presentan casi asentamientos. Otro problema dentro de la zona de Lomas es la presencia de depósitos eólicos de arena fina y uniforme; estas formaciones son susceptibles de producir asentamientos diferenciales bruscos por lo que exigen estudios importantes para elegir el tipo de cimentación más conveniente.

Zona II. De Transición. Se presenta entre las serranías del poniente y el fondo del lago de Texcoco, las condiciones del subsuelo desde el punto de vista estratigráfico varían muchísimo de un punto a otro de la zona urbanizada. En general aparecen depósitos superficiales arcillosos o limosos, orgánicos, cubriendo arcillas volcánicas muy compresibles que se presentan en espesores muy variables, con intercalaciones de arenas limosas o limpias, compactas; todo el conjunto sobreyace sobre mantos potentes, predominantemente de arena y grava, los problemas de asentamientos diferenciales pueden ser muy críticos.

Zona III. De Lago. Corresponde a los terrenos que constituyeron al antiguo lago de Texcoco, su estratigrafía muestra depósitos areno-arcillosos o limosos o bien rellenos artificiales de hasta 10 m de espesor, arcillas de origen volcánico, altamente compresibles, con intercalaciones de arena en pequeñas capas o lentes, la primera capa dura, de unos 3 m de espesor, constituida por materiales arcillo-arenosos o limo-arcillosos muy compactos, esta capa suele localizarse a una profundidad del orden de 33 m. y estratos alternados de arena con grava y limo o arcilla arenosa.

Como lo muestra la figura.III.1., el trazo de toda la Línea "B" se encuentra localizado sobre lo que se denomina como Zona III. De Lago, por lo que para determinar entre otras cosas el tipo de cimentación más adecuada de toda la línea y en especial de la Estación "San Lázaro" se realizaron estudios de estratigrafía del subsuelo, los resultados que se obtuvieron se muestran en la figura III.2.

También se realizó un sondeo selectivo (figura III.3.) para conocer los esfuerzos actuales o que se pueden presentar en la cimentación de la Estación "San Lázaro".

ESTRATIGRAFIA.

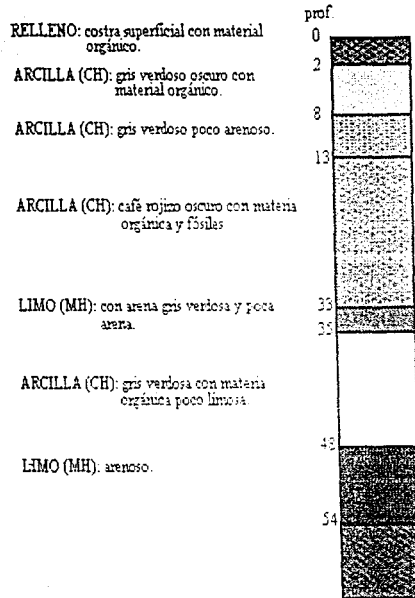


Figura III.2. Estratigrafía de la Estación "San Lázaro".

SONDEO SELECTIVO

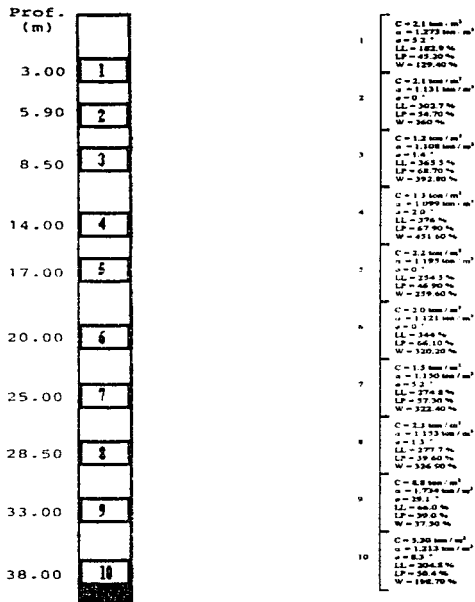


Figura. III. 3.Sondeo Selectivo

Estos esfuerzos tanto efectivos como totales se calcularon de acuerdo a la Ecuación de Terzaghi, y sus gráficas se pueden observar en la figura III.4.

DIAGRAMA DE ESFUERZOS

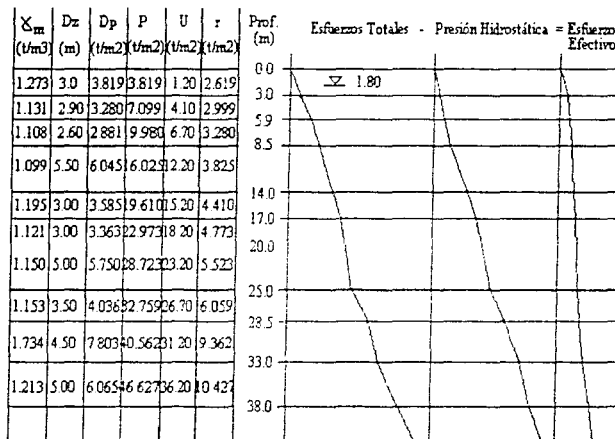


Figura III.4.

Ecuación de Terzaghi:

$$r = P - U$$

donde:

r = Esfuerzo efectivo vertical.

P = Esfuerzo total vertical.

U = Presión hidrostática del agua.

III.3. TRABAJOS PREVIOS A LA CONSTRUCCIÓN.

Los estudios previos para determinar el tipo de cimentación más adecuada ya se mencionaron, ahora los trabajos que se llevan a cabo para conocer los desplazamientos verticales tanto de las obras inducidas como de las edificaciones adyacentes son los siguientes:

⇒ Se considerará como área de influencia aquella zona que rodea a la obra y se ubica a una distancia menor o igual al ancho de las excavaciones o 1.5 veces la profundidad de las mismas, predomina la que resulte mayor.

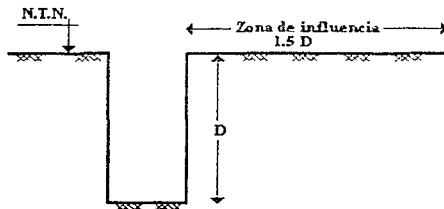


Figura III.5. Área de influencia.

⇒ Todas las estructuras que se encuentran dentro del área de influencia deberán marcarse con al menos dos puntos de referencia ubicados a una altura del orden de 1.5m. sobre el nivel de piso terminado (N.P.T.). Estos puntos serán dispositivos, tales que no sean susceptibles de perderse bajo condiciones normales, tales como elementos colocados con pistola. La distancia entre elementos de referencia no será mayor a 20 m. salvo la existencia de terrenos desocupados.

⇒ Las lecturas deberán referirse al menos a dos bancos de nivel superficial (BNS) ubicados en una zona fuera de la influencia de cualquier obra o estructura y se tomarán con una precisión mínima de 1 mm.

⇒ El objetivo de la construcción y ubicación de las referencias en muros y columnas es el de medir los desplazamientos verticales que ocurren en el viaducto y las construcciones próximas a ellas.

Las referencias se instalarán en todas las columnas del viaducto y en aquellas estructuras ubicadas dentro del área de influencia.

Las referencias se ubicarán a una altura aproximada de 1.5 m. respecto al nivel de piso terminado.

La zona donde se ubicará una referencia deberá limpiarse y aplanarse con mortero previamente.

En los sitios elegidos se colocarán dispositivos tales que no sean susceptibles de perderse bajo condiciones normales, tales como elementos metálicos (tornillos o clavos) colocados con pistola. La distancia entre elementos de referencia en colindancias no será mayor a 20 m., salvo la existencia de terrenos desocupados.

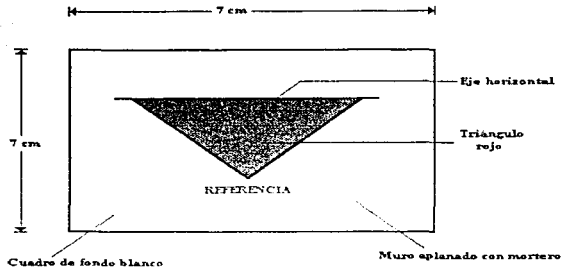


Figura III 6 Referencias en muros

⇒ La ubicación de los bancos de nivel superficial (BNS) tiene como objetivo proporcionar un punto de referencia con respecto al cual se medirán los desplazamientos verticales que se presenten.

A este banco se referirán los registros de casas y del viaducto.

los bancos de nivel superficial se ubicarán en lugares donde se garantice que no sean afectados por movimientos inducidos debidos a obras, construcciones vecinas u otros.

El banco se constituirá por un bloque de concreto simple con medidas mínimas de 30 x 30 cm. en sección y 60 cm. de alto.

Deberá realizarse una perforación en el sitio elegido para alojar el banco, considerando que su parte superior quedara al nivel de la superficie.

Una vez alojado el banco dentro de la perforación previa deberá confinarse con mortero, garantizando siempre horizontalidad de la superficie del banco.

Una vez instalado el banco deberá referenciarse y pintarse para se identificado fácilmente.

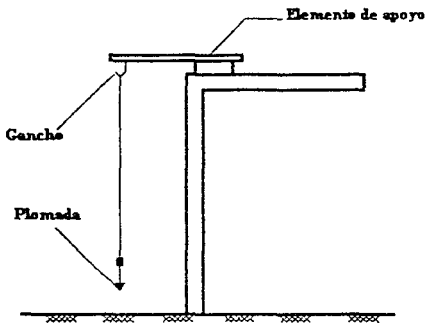


Figura III.7 Banco de Nivel Superficial para medir desplomes.

⇒ Una vez referidas las marcas en las estructuras dentro del área de influencia, deberá realizarse al menos una lectura dentro de los 30 días previos al inicio de la obra. Esta medición será el nivel de referencia para las subsecuentes.

⇒ Deberá realizarse un levantamiento del estado físico de las estructuras que queden dentro de la zona de influencia, resaltando aquellas que se encuentren dañadas.

III.4. DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.

Durante la excavación para obras inducidas y mientras esta permanezca abierta, las mediciones en las estructuras colindantes y dentro del área de influencia se realizarán una vez por semana. En caso de que se registren diferenciales entre mediciones inferiores a 1 cm. la frecuencia de las lecturas se ampliará a 2 veces al mes; por el contrario, si el diferencial es mayor a 1 cm. la frecuencia se reducirá a 2 veces por semana. Así los periodos de medición se ampliarán o reducirán en la proporción indicada de tal modo que el diferencial entre mediciones registre un máximo de 1 cm.

Coladas y descimbradas las columnas del viaducto del Metro se colocarán y referenciarán los puntos de control antes citados. Una semana después de colada la losa que aloja la malla equipotencial, se tomarán medidas nuevamente. En caso de ser evidente el hundimiento mayor en algunas zapatas durante el procedimiento constructivo se realizarán mediciones extraordinarias.

III.5. POSTERIOR A LA CONSTRUCCIÓN.

Una vez terminada la construcción del Metro, las nivelaciones se llevarán a cabo únicamente en las columnas del viaducto y se realizarán de manera semestral, sin embargo la frecuencia de estas se ajustará de tal modo que el diferencial entre mediciones registre un máximo de 1cm.

Los resultados de las mediciones se presentarán con aproximación de 1 mm. Indicando en un croquis la ubicación exacta de los bancos de nivel y de referencias tanto en predios como en las columnas del viaducto.

Las mediciones serán recopiladas por una cuadrilla de topografía perteneciente a la empresa constructora y a supervisión.

La empresa supervisora será la encargada de ordenar y preparar los resultados obtenidos.

IV.
CIMENTACIÓN

IV. CIMENTACIÓN.

La Estación "San Lázaro" esta resuelta mediante cajones de cimentación con pilotes de fricción, considerando un espacio libre entre el nivel de terreno natural (N.T.N.) y la losa tapa que aloja los pavimentos sobre las zapatas.

IV.1. FABRICACIÓN DE PILOTES.

Los pilotes se fabricarán de concreto reforzado cumpliendo con las dimensiones de acuerdo a proyecto (0.40 x 0.40 x 30.00 m).

En el armado el acero de refuerzo deberá colocarse en la posición indicada cumpliendo estrictamente con los recubrimientos, diámetros de varillas, separadores, etc., y debidamente asegurado para evitar los desplazamientos durante el colado. Se utilizarán silletas de varilla, bloques de concreto, separadores, etc., para garantizar la posición correcta del acero de refuerzo.

Se usará acero con $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ para el refuerzo principal de las secciones (varillas del #4, #5, #6 y #8), el acero de los estribos (varillas del #3) tendrá también un $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$.

Los pilotes deberán colocarse en posición horizontal durante el colado, el cuál será monolítico y en forma continua.

Se usará un concreto que adquiera una resistencia a los 28 días de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, el revenimiento estará comprendido entre 7.5 y 10 cm.

Los agregados deberán ser de primera calidad, la grava que constituye el agregado grueso, será producto de roca sana ya sea de mina o triturada, en este ultimo caso no deberá presentar forma laja, el tamaño de la grava no será mayor a $\frac{3}{4}$ ", la arena deberá ser de grado duro y no deberá contener arcilla o materia orgánica y el agua deberá ser limpia y/o tratada.

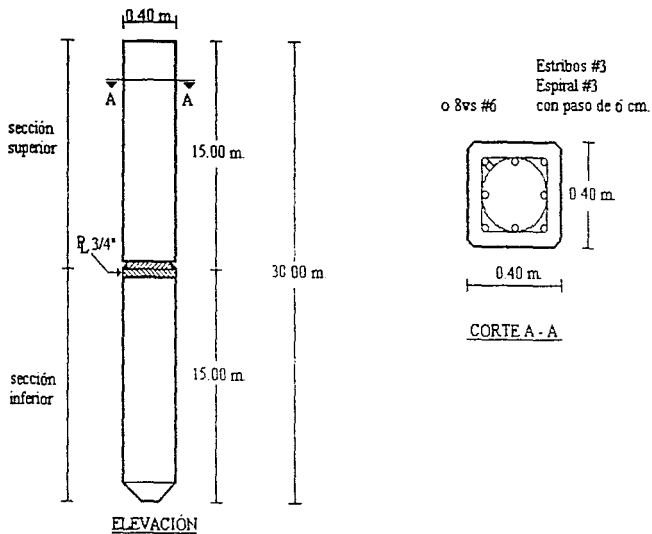


Figura.IV.1. Armado de un pilote.

Deberá obtenerse una muestra de 3 cilindros por cada mezcla de concreto y se ensayará un cilindro a los 7 días y los otros 2 a los 28 días, en caso de que los reportes indiquen baja resistencia, los pilotes colados con dicho concreto, el costo de las pruebas y la reposición de los pilotes será por cuenta del contratista.

El manejo de los pilotes durante el proceso de remoción de cimbras, curado, almacenamiento y transporte se hará en forma tal que se eviten esfuerzos de flexión excesivos, rupturas, etc.

Los pilotes no podrán maniobrarse antes de alcanzar el 70 % de su $f'c$, y para el hincado deberán alcanzar el 95 % de su $f'c$.

IV.2. PERFORACIÓN PREVIA.

Con objeto de guiar y facilitar el hincado de pilotes, además de evitar movimientos excesivos en la masa del suelo adyacentes se considerarán los siguientes puntos:

- Se trazarán todos los centros donde se hincarán los pilotes (misma de perforación), colocando una varilla ó clavo de acuerdo con los planos de construcción. Antes de iniciarse la perforación deberán verificarse las posiciones del pilote y la zapata, las cuáles no variarán en más de 2 cm. Con respecto a las de proyecto.
- Se ubicará el equipo de perforación de tal forma que no afecte el trazo ó mueva la ubicación de los pilotes, el equipo deberá tener la capacidad suficiente para el hincado de los pilotes, y la herramienta tendrá que ser la adecuada para realizar una perforación cuya área sea del 80 % del área transversal del pilote, de modo que la perforación quede inscrita en la sección del pilote, con una tolerancia de ± 2.5 cm.

- Durante la perforación deberá verificarse su verticalidad, además de conservar las dimensiones de proyecto en toda su profundidad.
- En todos los casos, la perforación guía se llevará hasta una profundidad de 5 m. con extracción del material.
- Al término de cada una de las perforaciones se retirará todo el producto de la perforación y se cubrirá la perforación con tarimas de tablonés ó polines.

IV.3. HINCADO DE PILOTES.

El hincado de los pilotes, deberá efectuarse garantizando su integridad estructural y cuando se alcance la integración deseada con el suelo, de manera que cumpla su cometido; además no deberán ocasionarse daños a las estructuras e instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamiento vertical y horizontal del suelo, por lo que seguirán las siguientes indicaciones mínimas :

- ➔ Los pilotes estarán en las zonas de zapatas mínimo el 30 % de la cantidad total, verificando sean todos de la misma sección.
- ➔ Todos los pilotes deberán estar perfectamente limpios, sin recubrimientos que afecten su buen funcionamiento y su cabeza será perpendicular al eje del mismo.
- ➔ No se hincarán los pilotes que presenten agrietamientos o fisuras.
- ➔ Una vez que los pilotes hayan sido aceptados por la supervisión, es conveniente que se coloquen marcas, para así llevar un registro del número de golpes necesarios para cada metro y por cada decímetro en el último metro.

- ➔ **El manejo e izaje de los pilotes será mediante estobos y se colocarán en la perforación previa cuando hayan alcanzado por lo menos el 75% de la resistencia especificada.**
- ➔ **El pilote y la resbaladera del martillo se colocarán en forma vertical, de caso contrario deberá corregirse la posición de la grúa hasta lograrlo. Para verificar la verticalidad del pilote pueden emplearse dos plomadas de referencia colocadas en líneas a 90 grados, teniendo como vértice el pilote, orientando siempre las caras del pilote de tal forma que sean paralelas a las de las contratraves en que se alojarán.**
- ➔ **La cabeza del pilote deberá acoplarse perfectamente al gorro del martillo piloteador, el cual tendrá una sufridera a base de material plástico o similar, en la parte de contacto con el pilote se colocará un colchón de madera.**
- ➔ **Deberá utilizarse para el hincado un martillo pesado de baja velocidad de impacto (carrera corta). El peso del pistón móvil no debe ser menor al 30 % del peso del pilote y, la energía del martillo será superior a 0.3 kg/m por cada kilogramo de peso del pilote. En caso de que el peso del pistón sea demasiado grande con relación al del pilote, deberá regularse la energía para no dañar a este último. La altura de caída se mantendrá de entre 0.75 a 1.0 m.**
- ➔ **La velocidad del pistón o la velocidad se reducirá al principio del hincado, cuando se encuentre en la zona de perforación, además de realizarse con sumo cuidado para minimizar los esfuerzos de tensión en el pilote, para el hincado se utilizará una excavadora sobre orugas marca LINK-BELT LS-118 como la que se muestra en la figura.IV.2.**
- ➔ **Los pilotes dañados durante el hincado deberán retirarse y sustituirse por otros en perfecto estado.**
- ➔ **Una vez iniciado el hincado de cada pilote no se deberá suspender esta actividad hasta que la punta alcance la profundidad de proyecto (-30 m con respecto al N.T.N.).**

- ➔ Como son pilotes de dos tramos, se dejará el primero con una saliente de 1.00 m para colocar la segunda sección y así poder soldar las placas, al empalmarlos se deberá verificar la verticalidad de los mismos en la junta

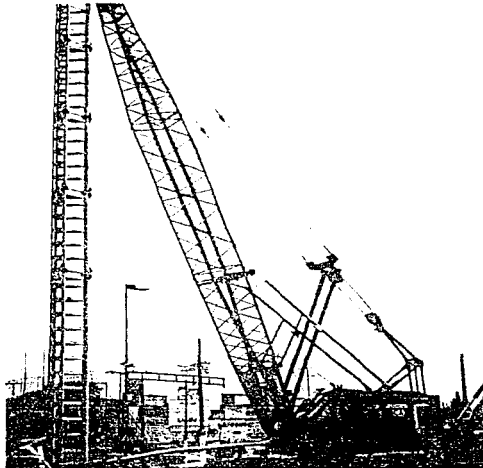


Figura IV.2. Excavadora sobre orugas.

- ➔ Una vez hincado cada pilote se determinará el nivel de la cabeza, verificando nuevamente al final del hincado de todos, el cuál deberá corresponder al indicado en proyecto.

- ➔ La desviación angular máxima admisible del pilote es de $\pm 2\%$ y la tolerancia en la profundidad del hincado es de $\pm 1\%$ de la longitud total.

IV.4. EXCAVACIÓN PARA EL CAJÓN DE CIMENTACIÓN.

La excavación para los cajones piloteados podrá iniciarse una vez que la totalidad de los pilotes hayan sido hincados.

Primeramente se demolerá todo el perímetro (costureo) de la carpeta asfáltica de acuerdo a la geometría del cajón.



Figura IV.3 Retroexcavadora sobre orugas

La excavación se realizará en una sola etapa hasta la profundidad de desplante, considerando la geometría y sobrecancho de cada caso, y se ejecutará en un plazo no mayor a 2 días, esta actividad se realizará con una retroexcavadora sobre orugas marca CATERPILLAR mod.320, con un brazo cuya extensión es

de 1.90 m y con una profundidad máxima de excavación de 5.63 m. Los últimos 20 cm se afinarán con herramienta manual, evitando el remoldeo del material.

La excavación para los cajones de la estación deberá observar taludes cuya relación vertical-horizontal sea 1 :0.5 y ocupará una área cuyos lados sean 0.50m. más grandes que los del cajón a nivel de desplante.

En cualquier caso la excavación terminada no permanecerá abierta por un plazo mayor a 5 días ; en caso de exceder el tiempo, se protegerán los taludes mediante malla de gallinero anclado con varillas del No.5 de 50 cm. de longitud, colocadas en tresholillos a cada 2 m y una capa de mortero de 3 cm., aún así el tiempo de exposición no excederá a 12 días. En caso de presentarse grietas en el hombro del talud y este se tenderá hasta una relación vertical-horizontal 1 :1, o bien, será necesario implementar un sistema de contención temporal (tablaestacado).

IV.5. CONSTRUCCIÓN DEL CAJÓN DE CIMENTACIÓN.

Una vez que se tenga el área excavada al nivel de desplante, se colocará una plantilla de concreto pobre ($f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$) de 5 cm de espesor mediante canalones de tiro directo, que cubra únicamente el área de la zapata. El tiempo entre el afine de la excavación y la colocación de la plantilla no excederá a 24hrs.

Cumplido con lo anterior se procederá a la demolición o descabece de los pilotes en una longitud de acuerdo a la posición de cada uno, atendiendo a la profundidad de desplante de la zapata. La longitud mínima de descabece será de 80 cm. Tal condición deberá ser considerada desde la fabricación e hincado de los pilotes.

La demolición se realizará mediante martillos rompedores, los fragmentos de concreto, así como los materiales ajenos a la cimentación, deberán ser retirados en su totalidad.

Posteriormente se armarán las contratraves, dados y se anclarán las columnas a las contratraves como se puede apreciar en la figura.IV.4.

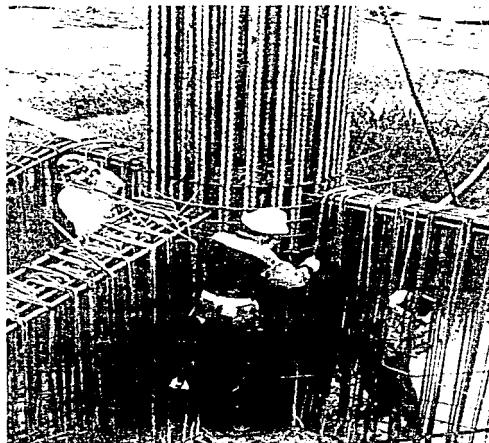


Figura.IV.4. Armado de contratraves, dado y columna

El acero de refuerzo que se ocupará para el armado del cajón de cimentación debe llegar a la obra libre de aceites o grasas, quiebres, escamas, hojeaduras, etc.

Los empalmes que se usarán son de dos tipos, traslapados y soldados a tope para varillas iguales o mayores a las del No.8. No deberán traslaparse más del 50% de las varillas de refuerzo en una misma sección.

Por la dimensión de los cajones se habilitarán cimbras metálicas las cuáles se modulen con sistemas de fijación rápidos y seguros, se utilizará desmoldante y se descimbrará con las precauciones necesarias para no deteriorar la cimbra. En cada descimbrado se limpiará la cimbra de toda presencia de concreto.

El concreto que se usará para el colado del cajón de cimentación en sus tres etapas (losa de fondo, contratraves y losa tapa) tendrá una resistencia a los 28 días de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$. Se usará para su elaboración cemento Portland tipo II, los agregados gruesos serán del tipo calizo o basáltico no mayores a $\frac{3}{4}"\phi$ y el agua a utilizar deberá estar limpia, ya sea potable y/o tratada, el revenimiento deberá ser de 10 cm.

IV.6. RELLENOS LOCALES.

Colado y descimbrado el cajón se llenarán con agua las celdas, para ello se utilizarán los registros dispuestos para recuperación de cimbra y que posteriormente servirán para registros.

Posteriormente se rellenará la parte exterior hasta el nivel de la losa tapa con material limo-arenoso (tepetate), compactado al 90 % en capas de 20 cm como máximo de espesor y hasta obtener un valor relativo de soporte (VRS) de 20% como mínimo, esta compactación se realizará con una compactadora de placa DYNAPAC CM13, motor de gasolina, con un peso de 135 kg., las dimensiones de la placa base son de 0.46 x 0.46 m. La losa tapa tendrá las preparaciones necesarias para el colado posterior de la losa de aproximación.

Una vez conformado el material de relleno correspondiente, se realizarán los trabajos del colado de la losa de aproximación en una longitud de 1.50m. en

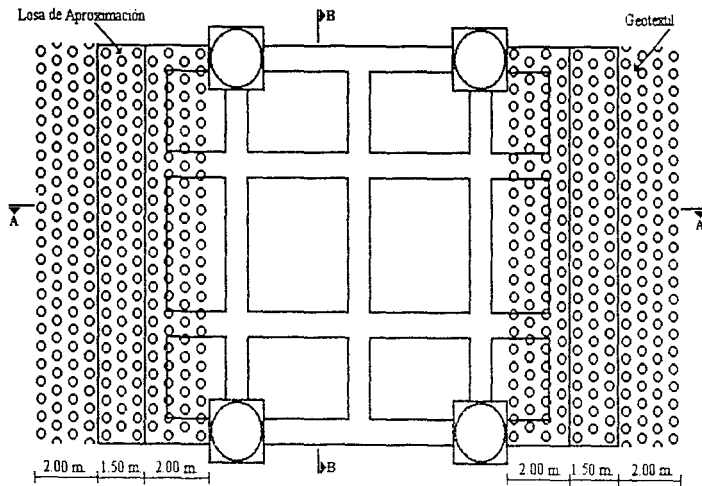
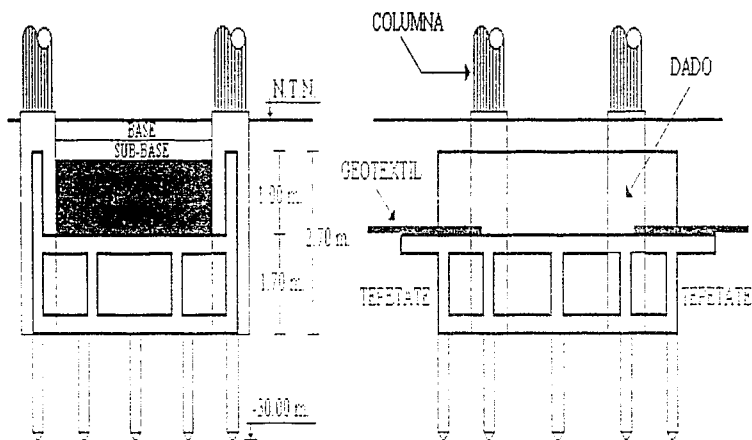


Figura IV.-4. Colocación del geotextil sobre el cajón de cimentación.



CORTE B-B

CORTE A-A

Figura IV.5. Corte del cajón de cimentación.

ambos extremos del cajón donde continúe la vialidad. Esta losa se ligará con la losa tapa del cajón, formando una sección continua.

Colada y fraguada la losa de aproximación se colocará un geotextil en la zona de transición entre el pavimento y la losa, en un ancho de 2 m a cada lado y en todo el frente.

Previa colocación del geotextil, y utilizando la profundidad libre entre la tapa del cajón y el nivel del terreno, se colocará en greña un relleno con material aligerado (tezonle) en capas hasta el nivel de desplante de la sub-base de la estructura de pavimentos.

Posteriormente se colocará la sub-base y base para finalmente colocar la carpeta asfáltica.

Tanto el tezonle, como la sub-base y base se compactarán con un compactador autopropulsado de doble tambor marca INGERSOLL RAND DD-23 (figura.IV.7.) con un peso de 2.479 kg., motor de diesel, tanque cuya capacidad es de 68 lt. y potencia de 31 HP.



Figura.IV.7. Compactador autopropulsado de doble tambor.

V.
SUPERESTRUCTURA

V. SUPERESTRUCTURA.

V.1. ARMADO DE COLUMNAS.

Cada cajón de cimentación tiene cuatro columnas, cada una con un diámetro de 1.40 m., el refuerzo principal de la columna es de 86 varillas del No.10 con estribos adicionales y zunchos de varillas del No.4, su altura es variable.

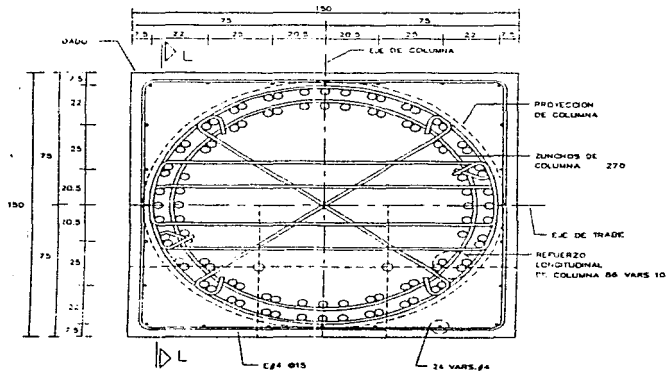


Figura.V.1.Sección transversal de columna.

El acero de refuerzo que se usará deberá permanecer sin oxidación perjudicial, así como encontrarse libre de aceite, grasas, quiebres, escamas, hojeaduras y deformaciones de la sección, se verificará la calidad del acero, mediante el ensaye de por lo menos una muestra por cada 20 ton., por diámetro y por proveedor.

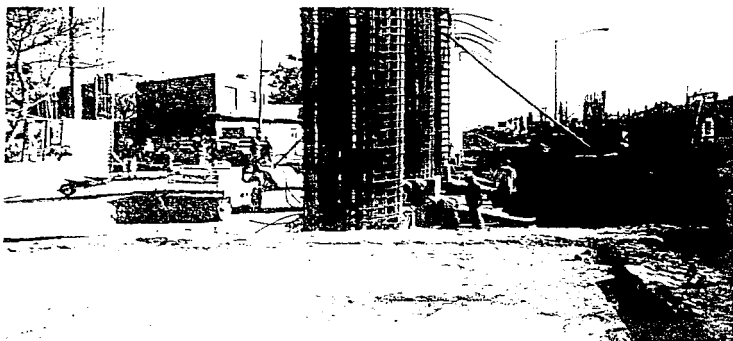


Figura N.º 2. Armado de una columna.

Todo el acero deberá estar sujeto con amarres de alambre recocido, los separadores para dar el recubrimiento al acero serán de mortero ó concreto y silletas de acero ó asbesto, todos los extremos de las varillas llevarán ganchos.

Todas las varillas se doblarán en frío, los empalmes serán de dos tipos, traslapados (en varillas cuyo diámetro sea del No. 3, 4, 5 y 6) y/o soldados a tope (en varillas de diámetro igual o mayor al No.8).

V.2. COLADO DE COLUMNAS.

El colado de las columnas se realizará hasta el lecho inferior del cabezal como se puede observar en la figura.V.3.

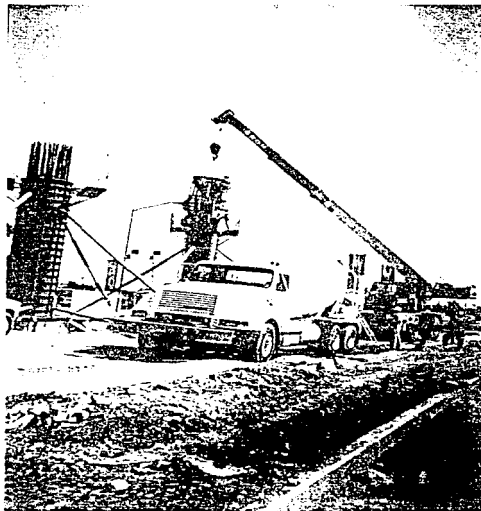


Figura.V.3. Colado de columna.

Se usará un concreto cuya resistencia a los 28 días sea de $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$, el cemento que se empleará para la elaboración del concreto será cemento Portland tipo I, se deberá usar según lo marca el proyecto un aditivo inclusor de aire que permita alcanzar un porcentaje de aire incluido del 5%. Se tendrá cuidado de hacer un diseño de mezcla, tal que considere la presencia de este aditivo a fin de no provocar una disminución de la resistencia solicitada en proyecto.



Figura N. 4. Columnas de la Estación "San Lazaro".

V.3. NIVEL DE ALTURA DE COLUMNAS.

Primeramente la topografía por parte de la contratista verificará todos los niveles de colado de columnas, así como el nivel de las trabes que se montarán, revisados y conciliados previamente todos éstos niveles con la supervisión.

También se conciliarán todos los niveles de remate de dados.

EJE	NIVEL DESPLANTE ZAPATA	NIVEL DE REMATE (1ª ETAPA) L.I.C.	NIVEL DE REMATE N.T.C.C.	ALTURA DE COLADO (1ª ETAPA) L.I.C.	ALTURA DE APOYO (2ª ETAPA) N.T.C.C.	NIVEL L.B.T.
SM - 1	26.926	36.09	37.80	9.164	10.874	35.99
SM - 2						
SM - 3	26.913	36.09	37.80	9.177	10.887	35.99
SM - 4						
SM - 5	26.952	36.09	37.80	9.138	10.848	35.99
SM - 6						
SM - 7	26.991	36.09	37.80	9.099	10.809	35.99
SM - 8						
SM - 9	27.098	36.09	37.80	8.992	10.702	35.99
SM - 10						
SM - 11	27.083	36.09	37.80	9.007	10.717	35.99
SM - 12						
SM - 13	27.116	36.77	37.80	9.354	10.684	36.37
SM - 14						

Tabla.V.1.

L.I.C. : Límite Inferior de Cabezal.
 N.T.C.C. : Nivel de Tope de Colado del Cabezal.
 L.B.T. : Lecho Bajo de Trabe

No. DE APOYO	EJES	NIVEL
18	SM - 1 SM - 2	30.140
17	SM - 3 SM - 4	30.142
16	SM - 5 SM - 6	30.146
15	SM - 7 SM - 8	30.140
14	SM - 9 SM - 10	30.160
13	SM - 11 SM - 12	30.303
12	SM - 13 SM - 14	30.355

Tabla.V.2. Niveles de remate de dados.

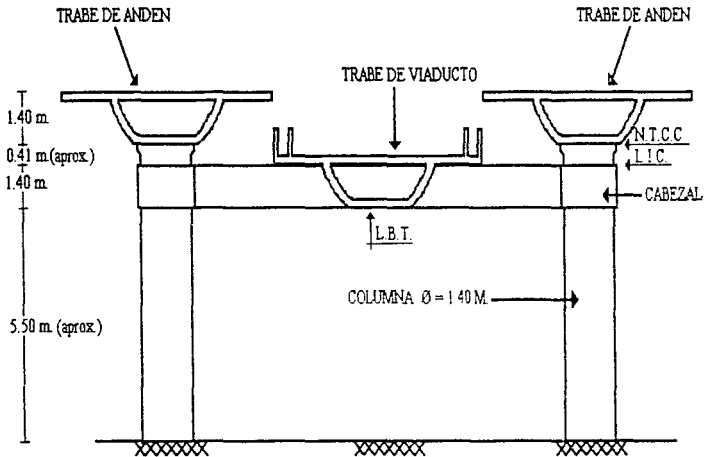


Figura .V.5. Niveles de las columnas de la Estación "San Lázaro".

V.4. FABRICACIÓN DE TRABES PREFABRICADAS.

El concreto a utilizar en la fabricación de traves prefensadas será un concreto presforzado con una resistencia de $f'c = 400 \text{ kg/cm}^2$, el cemento será Portland tipo I.

El colado se realizará con una bomba pluma como se puede observar en la figura.V.6.

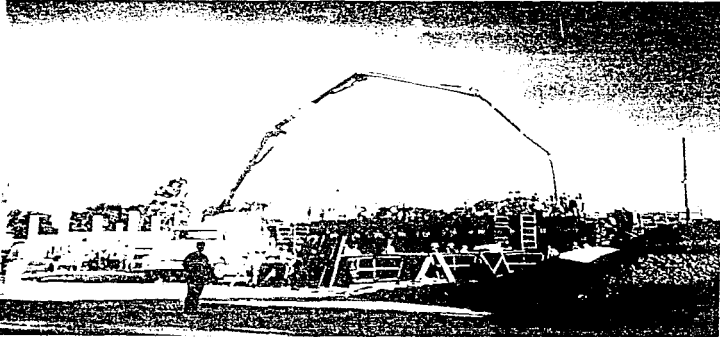


Figura V.6. Colado de una trabe prefabricada.

La diferencia más notable y del porque se usa concreto presforzado en lugar de concreto reforzado es en el empleo de materiales de mayor resistencia para el concreto presforzado.

Se usa el término de prefensado para describir cualquier método de preesfuerzo en el cuál los cables se tensan previamente al colado del concreto

El acero de presfuerzo es aquel acero de alto carbono en forma de alambres sin recubrimiento, se emplea como alambre solo ó en torones, formado por siete alambres, siendo uno central y los seis restantes envueltos en forma helicoidal, con un paso uniforme de doce a dieciséis veces el diámetro nominal del torón debiendo cumplir con las especificaciones de las normas de la Sociedad Americana para Pruebas de Materiales (ASTM) y de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

Se recurre al presfuerzo con el objeto de utilizar la resistencia completa del acero de gran resistencia a la tensión, el preesfuerzo del acero y su anclaje contra el concreto, producen esfuerzos y deformaciones deseadas que sirven para reducir o eliminar las grietas en el concreto. De este modo la sección completa del concreto llega a ser efectiva en el concreto preesforzado, mientras que en el caso del concreto reforzado solamente se supone que actúa la parte de la sección sobre el eje neutro.

El diseño de traveses hechos con concreto preesforzado se debe a que es el más adecuado para estructuras de claros largos y para aquellas que deban soportar cargas pesadas, principalmente por el empleo de materiales con resistencias más elevadas, además de que las estructuras preesforzadas son más esbeltas y por lo mismo susceptibles para un mejor diseño artístico y tienen un menor peso.

V.5. MONTAJE DE TRABES DE APOYO (TA) Y TRABES CENTRALES (TC).

En la Estación San Lázaro se montarán traveses TA y TC de viaducto y de andén. Para el montaje de las traveses TA de viaducto se colocará una estructura de soporte, después se procederá al montaje de traveses TA sobre la estructura de soporte, posteriormente se armará y colará el cabezal. retiro de la estructura de soporte de traveses TA y montaje de traveses TC de viaducto igualando el procedimiento anterior.

Para el montaje de las traves de andén, una vez colado el cabezal se procederá a colar el capitel de cada una de las cuatro columnas que integran el cajón de cimentación, dejando antes del colado del capitel las preparaciones para el armado de un dado sobre este, el cual será la conexión de la trabe con la columna, el concreto que se utilice para el colado de ésta conexión será igual al de la trabe, después se montará la trabe TC de andén sobre las traves TA ya montadas, fijándolas bien a los pernos dejados.

V.6. CONEXIÓN ENTRE TRAVES Y COLUMNAS.

Una vez montada la trabe TA de viaducto sobre la estructura de soporte se colocará la cimbra para poder armar el cabezal y colocar los ductos para el postensado, terminado esto se colará el cabezal, se colocarán los cables en los ductos para el postensado del cabezal y por último se inyectará mortero en los ductos.

El fin de inyectar mortero en los ductos es el de protegerlos contra la corrosión

La inyección se hace en un extremo forzando el mortero hasta que salga por el otro extremo.

El postensado es un método de preesfuerzo en el cual se tensa el cable, después de que el concreto ha fraguado.

El mortero se hará con cemento Portland tipo II, la mezcla del mortero se elaborará en máquinas revolventoras de la capacidad adecuada, deberá colocarse dentro de los 30 primeros minutos posteriores a su mezclado, la resistencia mínima de los morteros será de 200 kg/cm² a los 28 días.

Después de efectuado el tensado y dentro de un plazo no mayor de 24 hrs. deberán llenarse los ductos correspondientes inyectándoles a presión el mortero de cemento en la proporción fijada.

El concreto a emplearse para la construcción de los cabezales tendrá una resistencia $f'_c = 300 \text{ kg/cm}^2$, se empleará cemento Portland tipo I y agregados no mayores de $\frac{3}{4}"\phi$.

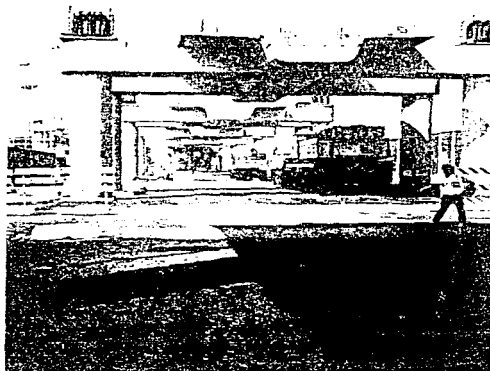


Figura V.7. Trabe de andén montada con cabezal ya cofado.

VI.
PRESUPUESTO
DE
OBRA

VI. PRESUPUESTO DE OBRA.

Los presupuestos los podemos dividir en antepresupuestos y presupuestos definitivos. El antepresupuesto es la evaluación aproximada de la obra cuando no se conocen las condiciones reales de ésta, como en el caso de las obras realizadas en la Estación "San Lázaro" y que no se tenían contempladas algunas tuberías de agua potable, cables de luz, etc.

El presupuesto definitivo es la evaluación aproximada cuando ya se tienen contemplados todos ó casi todos los datos que puedan incluirse dentro de este presupuesto.

VI.1. PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN.

Es una práctica normal en dependencias estatales y paraestatales, en todos sus niveles someter a concurso los contratos para obras públicas. En tales casos en las fechas fijadas y por medio de un anuncio en los medios informativos se invita a las empresas profesionales a que hagan propuestas selladas para realizar dichas obras. Después de abiertas las propuestas, publicadas, tabuladas y evaluadas, se determina la propuesta más conveniente.

VI.2. TIPOS DE PRESUPUESTO.

Se consideran dentro de la obra pública, como es el caso de éste tipo de construcción dos presupuestos :

- **Presupuesto base.** Es el presupuesto de un posible contrato, elaborado por la dependencia o entidad correspondiente, que sirve como referencia de comparación para poder seleccionar al contratista ganador de la licitación hecha para la obra correspondiente.

- **Presupuesto base contratado.** Es el presupuesto ganador. La construcción de la Estación "San Lázaro" la ganó la constructora ICA Construcción Urbana., aunque cabe aclarar que para la construcción de toda la Línea "B" se hizo la licitación por tramos, y aparte lo que es obra civil (obra negra), obra electromecánica y acabados.

VI.3. FORMAS DE PRESUPUESTAR UNA OBRA.

Los presupuestos de construcción de las obras públicas casi siempre se adjudican sobre la base de competencia de un concurso, tales presupuestos son los siguientes:

- **Precio alzado.** Se usa cuando es posible establecer con seguridad, sobre los planos, los volúmenes de la obra estipulados en el contrato, con esto el concursante hará una estimación precisa que sirva de base a un presupuesto. Si los planos y especificaciones son indefinidos, el contratista se verá forzado a incrementar su propuesta para cubrir las peores condiciones anticipadas. Por lo que el contratista conviene en construir el proyecto en un precio fijo
- **Precio unitario.** Cuando no es posible establecer en los proyectos los límites exactos de las diversas partidas de la obra incluidas en el contrato, para fines de pago se divide la obra en sus principales elementos según la clase de trabajo de que se traten. A cada elemento unitario se le conoce como partida, el número de unidades es estimado por el ingeniero encargado de las estimaciones y se llama cantidad estimada. Este número se enlista en el presupuesto, y se requiere que los concursantes presenten un precio unitario por cada unidad. Se obtiene el presupuesto total sumando los importes de todas las partidas del presupuesto. El presupuesto total es la base de comparación de todas las proposiciones recibidas y sirve para establecer la oferta más baja. Los pagos al contratista se hacen por la cantidad de unidades de cada partida de trabajo realizada en la obra.

El contratista tiene dos objetivos principales : el primero, el contratista debe proporcionar al propietario un servicio satisfactorio y a tiempo; el segundo el contratista debe obtener una utilidad por el servicio que presta.

Además el contratista debe aceptar la responsabilidad de proporcionar un servicio completo y adecuado en un tiempo específico y a un costo dado.

VI.4. TIPO DE PRESUPUESTO DE LA ESTACIÓN “SAN LÁZARO”

El tipo de presupuesto fue el de precios unitarios ya que resulta imposible conocer a detalle todos los problemas que se irán presentando durante la realización de la obra.

Como se mencionó anteriormente, se integran todos los precios unitarios abarcando todas las actividades a realizar y éstos a su vez se dividen en partidas, formando lo que se conoce como catálogo de obra.

El catálogo de obra de la Estación cuenta con aproximadamente 800 precios unitarios y 20 partidas.

La forma en que se presentan los precios unitarios que aparecen en el catálogo de obra es la siguiente:

CLAVE	DESCRIPCION DEL CONCEPTO	UNIDAD	P.U.
06020146-1	Plantilla de concreto simple de 0.05 m de espesor $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ P.U.O.T.	m ²	17.83
06020147-3	Sum. Hab. Y Coloc. De acero de refuerzo del No.10 en losas, contratrabes, etc. P.U.O.T.	Kg	5.07
06020148-9	Cimbra común y descimbra en losas, dados y contratrabes. P.U.O.T.	m ²	37.81

VLS. MATRICES Y ALCANCES DE COSTOS.

Una vez realizado el análisis de los precios unitarios, los volúmenes de obra y el desglose de todos los conceptos y actividades de las mismas se procede al cálculo del costo de cada una de ellas.

A esto se le conoce como matriz de costos, conjuntamente con cada una de éstas se anexa lo que se conoce como alcance y es en resumen todo lo que se contempla dentro del precio unitario para cobrar.

A continuación se muestran tres matrices diferentes, cada una con su alcance respectivo:

Análisis de Precios Unitarios

Concepto:

Plantilla de concreto simple de 0.05 m. de espesor $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$. P.U.O.T.

Unidad de medida: m^2 .

BASICO	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Concreto Prem $f'c = 100-19-C-II$	M3	184.13	0.051500	9.48
TOTAL BASICOS				9.48
MANO DE OBRA				
Cabo	Jor	136.58	0.002500	0.34
Albanil	Jor	93.19	0.025000	2.33
Ayudante	Jor	61.46	0.025000	1.54
Herramienta menor	% MO	4.21	0.030000	0.13
TOTAL MANO DE OBRA				4.34
				N\$ 13.82
COSTO DIRECTO				
INDIRECTO				13.6800 % N\$ 1.89
				15.71
FINANCIAMIENTO				0.4600 % N\$ 0.07
				15.78
UTILIDAD				12.9600 % N\$ 2.05
PRECIO UNITARIO				17.83

*Alcance***SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE PLANTILLA DE CONCRETO $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$.**

Suministro, fabricación y colocación de plantilla de concreto de $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ con cemento R.N. tamaño máximo del agregado y revenimiento indicado en especificaciones y/o proyecto. El precio unitario incluye el suministro y colocación del concreto hidráulico premezclado o fabricado en obra en su caso, los aditivos indicados en el proyecto, así como sus mermas y/o desperdicios, artesas, materiales de consumo menor colocados en el sitio de su colocación; la mano de obra necesaria para acarreos internos, fabricación (si no es premezclado), colado vibrado, curado, cilindros de pruebas, las pruebas que sean necesarias en cuanto a su tipo, periodicidad y cantidad, conforme a las Normas Generales de Construcción del D.D.F., las Normas de COVITUR y demás normas que al caso sean aplicables, todo ello conforme a las especificaciones y/o proyecto, la limpieza diaria, parcial y/o total del área de trabajo que sean necesarios, incluyéndose los acarreos tanto horizontales como verticales hasta el sitio para la carga a los camiones, la carga a los mismos de los materiales producto de las limpiezas, sobrantes y/o desperdicios, asimismo deberán incluir el cargo por equipo para las cargas, los tiempos de espera de los vehículos de transporte durante las cargas y descargas durante el acarreo de ida y vuelta, el acarreo del material producto de la limpieza, desperdicios y/o sobrantes, hasta el banco de tiro autorizado por COVITUR, asimismo incluye la herramienta, equipo de construcción y de seguridad necesario para la correcta ejecución del trabajo de acuerdo con las especificaciones, el proyecto y/o las instrucciones del Gobierno del Distrito Federal; así como los indirectos, el financiamiento y la utilidad del contratista.

La unidad de medición será el metro cuadrado con aproximación a dos decimales. Para efecto de pago se cuantificarán las unidades realmente ejecutadas en la obra, de acuerdo a las especificaciones y líneas de proyecto.

Análisis de Precios Unitarios

Concepto:

Cimbra común y descimbra en dados y contratabes, P.U.O.T.

Unidad de medida: m².

MATERIALES	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Madera de tercera	PT	1.59	0.500000	0.80
Clavo	kg	2.67	0.150000	0.40
Alambre recocido	kg	2.48	0.150000	0.37
Diesel	lt	0.99	0.500000	0.50
TOTAL MATERIALES				2.07
MANO DE OBRA				
Cabo	Jor	136.58	0.014800	2.02
Albañil	Jor	93.19	0.111100	12.48
Ayudante	Jor	61.46	0.111100	6.83
Herramienta menor	% MO	4.21	0.030000	0.64
TOTAL MANO DE OBRA				21.97
BASICOS				
Tarima de triplay de 1.22x2.44 m.	M2	63.21	0.083300	5.27
TOTAL BASICOS				5.27
COSTO DIRECTO			N\$	29.31
INDIRECTO			13.6800 % N\$	4.01
				33.32
FINANCIAMIENTO			0.4600 % N\$	0.15
				33.47
UTILIDAD			12.9600 % N\$	4.34
PRECIO UNITARIO			M2	37.81

Alcance

CIMBRA COMUN Y DESCIMBRADO EN LOSAS, CONTRATRABES Y DADOS SEGÚN PROYECTO Y/O ESPECIFICACIONES, INCLUYE PASO DE DREN DE 2" DE DIAMETRO.

Cimbra común y descimbrado en losas, contratraves y dados según proyecto y/o especificaciones, incluye paso de dren de 2" de diámetro. El precio unitario incluye: el suministro de la madera para moldes, obra falsa, contraventeo y andamios de las escuadrias necesarias y los dispositivos para su fijación, troqueles y/o apuntalamientos, chaflanes y goteros cuando sean necesarios, en el sitio de su colocación en la parte proporcional que corresponda según el número de usos, asimismo, clavos, pernos, tornillos, afambre, atiesadores, separadores, desmoldante, materiales de consumo menor puestos en el sitios de su colocación, almacenaje, conservación de la madera durante su uso en óptimas condiciones, mermas y desperdicios, la mano de obra y/o equipo para fletes y acarreos internos, fabricación, trazo, cimbrado, forjado de paso o dren de 2" de diámetro, aplicación del desmoldante, remoción de rebabas, desaparición de juntas, descimbrado, la limpieza diaria parcial y/o total del área de trabajo que sean necesarios, incluyéndose los acarreos tanto horizontales como verticales hasta el sitio para la carga a los camiones, la carga a los mismos de los materiales producto de las limpiezas, sobrantes y/o desperdicios, hasta el banco de tiro autorizado por COVITUR, asimismo incluye la herramienta, equipo de construcción y de seguridad necesarios para la correcta ejecución del trabajo de acuerdo con las especificaciones, el proyecto y/o las instrucciones del Gobierno del D.F.; así como los indirectos, el financiamiento y la utilidad del contratista.

La unidad de medición será el metro cuadrado de superficie de contacto, con aproximación de dos decimales. Para efecto de pago se cuantificarán las superficies de contacto realmente ejecutadas en la obra de acuerdo a especificaciones, líneas de proyecto.

Análisis de Precios Unitarios

Concepto:

Suministro, Habilitado y Armado de acero de refuerzo $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$, en traves, dados, muros y losas, P.U.O.T. del No.10 (1 ¼") de diámetro.

Unidad de medida: Kg.

MATERIALES	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	IMPORTE
Acero de refuerzo del No.10	Kg	2.10	1.070000	2.25
Alambre recocido	Kg	2.48	0.025000	0.06
Laboratorio de fluencia	Kg	0.01	1.000000	0.01
TOTAL MATERIALES				2.32
MANO DE OBRA				
Cable	Jor	136.58	0.000900	0.12
Fierro	Jor	97.56	0.006500	0.63
Ayudante	Jor	61.46	0.006500	0.40
Herramienta menor	% MO	1.15	0.030000	0.03
TOTAL MANO DE OBRA				1.18
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Dobladora de varilla	Hr.	23.05	0.000550	0.01
Cortadores de varilla	Hr.	21.31	0.000550	0.01
TOTAL EQ. Y HERRAM.				0.02
BASICOS				
Descarga de acero de refuerzo	Ton	25.96	0.001000	0.02
Entongado de acero de refuerzo	Ton	21.10	0.001000	0.02
Acarreo local de acero de refuerzo	Ton	25.96	0.001000	0.03
Acarreo local acero de refuerzo en camion	Ton	17.36	0.001000	0.02
Soldadura a tope en varillas	Pza	23.00	0.013400	0.31
TOTAL BÁSICOS				0.41
COSTO DIRECTO			N\$	3.93
INDIRECTO			13.6800 % N\$	0.54
				4.47
FINANCIAMIENTO			0.4600 % N\$	0.02
				4.49
UTILIDAD			12.9600 % N\$	0.58
PRECIO UNITARIO				5.07

Alcance**SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO $f_y = 4,200$ Kg/cm² EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES.**

Suministro y colocación de acero de refuerzo $f_y = 4,200$ Kg/cm² en elementos estructurales. El precio unitario incluye: el suministro del acero de refuerzo puesto en el sitio de su colocación, sus desperdicios, mermas y descalibres, las muestras para pruebas, el alambre recocido para efectuar amarres, silletas, separadores, traslapés, ganchos, bulbos de soldadura para varillas mayores del No.8, andamios y pasarelas, materiales menores de consumo puestos en el sitio de su colocación para manejo y colocación; la mano de obra necesaria para: trazo, habilitado, cortes, doblado, aplicación y preparación de juntas de soldadura en su caso, armado, colocación, amarres, elevación a cualquier altura, cargas, descargas, entongados, acarreos internos horizontales y verticales, así como todo tipo de maniobras, pruebas de laboratorio necesarias en cuanto a su tipo, periodicidad y cantidad según los requisitos que señalen en el proyecto, las Normas Generales de Construcción del D.D.F. y/o las Normas de construcción de COVITUR; la limpieza diaria parcial y/o total del área de trabajo que sean necesarios, incluyéndose los acarreos tanto horizontales como verticales hasta el sitio para la carga a los camiones, la carga a los mismo de los materiales producto de las limpiezas, sobrantes y/o desperdicios, asimismo deberán incluir el cargo por equipo para las cargas, los tiempos de espera de los vehículos de transporte durante las cargas y las descargas durante el acarreo de ida y vuelta, el acarreo del material producto de la limpieza, sobrantes y/o desperdicios, hasta el banco de tiro autorizado por COVITUR, asimismo incluye la herramienta, equipo de construcción y de seguridad necesario para la correcta ejecución del trabajo de acuerdo con las especificaciones, el proyecto y/o las instrucciones del Gobierno del Distrito Federal; así como los indirectos, el financiamiento y la utilidad del contratista.

La unidad de medición será el kilogramo con aproximación de dos decimales. Para efecto de pago se tomará como base el peso que se obtenga de la

cuantificación en planos, según líneas de proyecto y/o especificaciones; sin considerar ganchos, traslapes, bulbos de soldadura ni desperdicios.

VI.6. PROGRAMA DE OBRA.

Los programas de avance muestran las fechas del comienzo y terminación de los diversos elementos de un proyecto. Para la obra contratada por precio unitario, se emplea en general la fecha de la propuesta.

La representación gráfica más utilizada en los programas de obra es el diagrama de barras rectangulares o diagrama de Gantt. Esta gráfica muestra las fechas del comienzo y la terminación de cada partida del trabajo. Indica las partidas en las cuales se empalma el trabajo, las partidas que traslapan a otras y las partidas que deben quedar terminadas antes de que se comiencen otras.

A continuación se muestra un programa de obra de la Estación "San Lázaro" mediante el diagrama de Gantt.

CONCEPTO	UNID.	CANTIDAD	1 9 9 6																			
			MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	
1 - DESARROLLO DE PLAN	LOTE	1.00																				
2 - LIBRERÍA DE INTERFERENCIAS	LOTE	1.00																				
3 - LIBRERÍA DE AERODINAMICAS	LOTE	1.00																				
4 - FORTIFICACIONES	LOTE	1.00																				
5 - FABRICACION DE PIEZAS	PZA	25.00																				
6 - PERFORACION EN ACERO	M2	327.800																				
7 - ERIZACION	M3	17.411.25																				
8 - ZAPATAS	PZA	1.00																				
9 - CILINDROS	PZA	25.00																				
10 - MONTAJE DE TIPIARES	LOTE	1.00																				
11 - ESTRUCTURA METALICA	LOTE	1.00																				
12 - TECHUMBRE	M2	4.490.00																				
13 - PARAPETOS																						
14 - ACEROS	LOTE	1.00																				
15 - INSTALACIONES	LOTE	1.00																				
16 - OBRAS DE FERROVIARIAS	LOTE	1.00																				
17 - PASADIZO	LOTE	1.00																				

1995.004

VII.
COMENTARIOS

VII. COMENTARIOS.

Debido al crecimiento desmesurado de la población en la Ciudad de México, día con día nos enfrentamos a un problema de insuficiencia y deficiencia en el transporte público, por lo que una solución a este problema es la construcción de la Línea "B" del Metropolitano, ya que ayudará a agilizar el tráfico y comunicará al Distrito Federal con el Municipio de Ecatepec en el Estado de México.

En lo que respecta a la Estación "San Lázaro" se construirá conjuntamente un distribuidor vial de dos niveles, se tendrá un acceso directo a la TAPO y se creará un paradero que permita contrarrestar un poco la delincuencia que se presenta en este lugar.

También se construirán a lo largo de toda la línea varios puentes viales y peatonales y se mejorarán tanto calles como avenidas.

Conjuntamente con todo esto, se deriva la creación de miles de empleos para diferentes clases de trabajadores, desde obreros hasta profesionistas, ya que durante la construcción, se crearon miles de empleos y para cuando se ponga en operación la línea se crearán todavía más empleos.

Resulta importante agilizar los trabajos de construcción principalmente cuando se afectan avenidas principales. En el caso de la construcción de la Estación "San Lázaro", se cerró por completo la Av. Artilleros y se tuvieron varios retrasos ya que algunas instalaciones no estaban contempladas dentro del proyecto, además de que la lluvia también provocó retrasos, pero el atraso más grande lo provocaron las obras inducidas, como fueron el desvío de tuberías de agua potable y tratada, lo que causa costos extras, pues en ocasiones su solución se vuelve complicada por la importancia que tienen en los servicios que prestan en la zona.

En cuanto al control de calidad de los materiales, herramientas, mano de obra y maquinaria que se utiliza en la obra, se tuvo especial cuidado en apegarse a las especificaciones dadas por el proyectista.

El control de los tiempos de ejecución de la obra y su costo se fueron actualizando regularmente en la medida en que se fueron presentando cambios importantes o retrasos en el proceso constructivo.

Una de las ventajas de este tipo de construcción, es que como profesionista y en mi caso como Ingeniero Civil, se puede aprender y conocer en realidad todas ó casi todas las áreas de la Ingeniería, puesto que en una obra de tal magnitud se abarca todo tipo de problemas.

Además de que se toma una gran experiencia durante la práctica, y por los resultados obtenidos se puede pensar que tanto el procedimiento constructivo como las medidas tomadas hasta este momento han sido las correctas.

Finalmente, tan solo me queda poder comentar y concluir que el contribuir con el mejoramiento de nuestra ciudad y el poder crear de la nada algo tan grande y funcional, es uno de los mejores regalos que nuestra profesión puede darnos.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- ❑ **El Cálculo de las Estructuras de Concreto Presfórzado.**
T.Y.Lin.
Editorial. Continental, S.A. México, 1960.

- ❑ **Especificaciones de Mecánica de Suelos para la Construcción del Metropolitano Línea "B" y Procedimiento Constructivo.**
Archivo Interno de ICA Ingeniería, S.A.
México, 1994.

- ❑ **Especificaciones Generales para la construcción del Metro en la Ciudad de México.**
COVITUR
México, 1995.

- ❑ **Manual del Ingeniero Civil.**
Frederick S. Merritt.
Editorial. McGraw-Hill. México, 1988.

- ❑ **Mecánica de Suelos. Tomo II. Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos.**
Eulalio Juárez Badillo y Alfonso Rico Rodríguez.
Editorial. Limusa, México 1987.