

2
291



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL
PUENTE VEHICULAR EJE 3
ORIENTE-VIADUCTO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N
HECTOR AGUILAR HERNANDEZ
JAIME VALDERRAMA MARTINEZ

DIRECTOR: ING. LUIS CANDELAS RAMIREZ



MEXICO, D. F.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-097/96

Señores
HECTOR AGUILAR HERNANDEZ
JAIME VALDERRAMA MARTINEZ
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor
ING. LUIS CANDELAS RAMIREZ, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes
como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

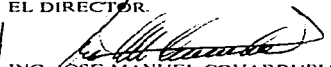
**"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE VEHICULAR EJE 3 OTE. -
VIADUCTO"**

- I. ANTECEDENTES
- II. TIPO DE ESTRUCTURA
- III. DESCRIPCION TECNICA
- IV. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO
- V. CONCLUSIONES
- VI. ANEXOS

Ruego a ustedes 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 les recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberán 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 12 de julio de 1996.
EL DIRECTOR.


ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP*jbr

AGRADECIMIENTOS:

A la Universidad Nacional Autónoma de México

A la Facultad de Ingeniería

A mis padres

A Enfa Ortiz Nierras

A la Sra. Lucy

*Y a todos aquellos que con su ayuda colaboraron para la
realización del presente trabajo.*

Wéctor Aguilar Hernández

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por el gran esfuerzo y apoyo que siempre me brindaron para poder llegar hasta aquí.

A la Universidad y Facultad de Ingeniería por darme la oportunidad de pertenecer a la institución y los conocimientos necesarios para ser un ciudadano al servicio de la sociedad.

A mis hermanos por los consejos y amistad brindada.

Al Ing. Luis Candelas Ramírez por sus conocimientos, tiempo, dedicación y esfuerzo que puso para la realización de esta tesis.

A la Unidad de Cómputo en especial a los encargados por darme la oportunidad de pertenecer al equipo y brindarme todas las instalaciones.

Jaime Valderama Martínez

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE VEHICULAR
EJE 3 ORIENTE-VIADUCTO**

INDICE

CAPITULO	PAG.
Introducción	1
I.- Antecedentes	4
1.1 Marco Histórico	4
1.2 Objetivos	20
1.3 Alternativas	21
II tipo de estructura	23
II.1- Condicionantes	23
II.1.1 Factores Físicos	23
II.1.2 Factores Económicos	23
II.1.2 Factores Arquitectónicos	24
II.2.1 Elección de Estructura	24
III.- Descripción Técnica	25
III.1 Diseño	25
III.1.1 Descripción General del Proyecto	25
III.1.2 Especificaciones de Análisis y de Diseño	28
III.2 Estudio Topográfico Urbano	35
III.2.1 Ejes de Trazo	35
III.2.2 Bancos de Nivel	36
III.2.3 Nivelación y Secciones Transversales	36
III.2.4 Rasante	36
III.3 Mecánica de Suelos	38
III.3.1 Antecedentes	38
III.3.2 Trabajos de Campo	38
III.3.3 Trabajos de Laboratorio	40
III.3.4 Marco Geotécnico	40
III.3.5 Conclusiones y Recomendaciones	43
III.4 Obras Inducidas	47
III.4.1 Agua Potable y Drenaje (D.G.C.O.H.A.)	47
III.4.2 Telefonos de Mexico	54
III.4.3 Compañia de Luz y Fuerza del Centro	58
III.4.4 Petroleos Mexicanos	58
III.4.5 Alumbrado Público	59
III.4.6 Mectaciones	60
III.4.7 Sistema de Transporte Electrico	60

IV.- Construcción.	62
IV.1 Cimentación.	62
IV.1.1 Descripción General.	62
IV.1.2 Construcción de Pilotes	62
IV.1.3 Perforación Previa.	64
IV.1.4 Hincado de Pilotes.	66
IV.1.5 Excavación para Cajones de Cimentación.	68
IV.1.6 Construcción de Cajones de Cimentación.	70
IV.2 Obra Civil	77
IV.2.1 Estructura.	77
IV.2.1.1 Columnas.	77
IV.2.1.2 Capiteles.	79
IV.2.2 Super Estructura.	80
IV.2.2.1 Trabes	80
IV.2.2.2 Diafragmas.	87
IV.2.3 Losas (Firme de Compresión).	89
IV.2.4 Pavimentos.	91
IV.2.5 Rampas.	97
IV.3 Acabados.	108
IV.3.1 Guarniciones y Banquetas.	108
IV.3.2 Señalamiento Horizontal y Vertical.	108
IV.3.3 Alumbrado.	119
IV.3.4 Jardinería.	121
IV.3.5 Parapetos y Semaforización.	122
IV.4 Especificaciones y Control de Calidad.	124
IV.5 Personal y Maquinaria.	127
IV.5.1 Recursos Humanos.	127
IV.5.2 Maquinaria.	128
IV.5.3 Cantidades de Obra.	130
IV.6 Programa de Obra.	139
V.- Conclusiones.	140
VI.- Anexos (Croquis, Fotografías, Gráficas y Diagramas).	142

INTRODUCCION

El presente trabajo trata de una solución específica ante la problemática del incremento del volumen vehicular en el Distrito Federal, así como el generado en los municipios conurbados del Estado de México con la finalidad de satisfacer la demanda de movilidad generada por la población.

Como consecuencia de las necesidades de desplazamiento han instrumentado una serie de obras puntuales congruentes con los planes y tiempos de implantación, propuestos en los programas reactivos de transporte y vialidad en el periodo comprendido 1994-2000, quedando inmerso la construcción del puente vehicular Eje 3 Oriente-Viaducto en dichos programas.

Ante los altos volúmenes vehiculares que circulan en la vialidad primaria que contempla el Eje 3 Ote. (Francisco del Paso y Troncoso), el Eje 3 Sur (Av. Morelos) y la radial Viaducto Río de la Piedad; causando una serie de congestionamientos, accidentes, inmobilizaciones y demoras. Se tomó la decisión en base a lo antes expuesto de la construcción de un puente elevado que fuera paralelo y sobre los arroyos centrales del Eje 3 Ote., librando el Eje 3 Sur y el Viaducto Río de la Piedad. Por lo que se requirió un puente de dos rampas independientes en un extremo, pero que en los últimos 100 metros formaron un sólo cuerpo con una longitud de construcción de 765 metros, un gálibo de 7.13 m. y ancho en cada arroyo de 10.50 metros.

El temario de esta tesis está dividido en capítulos. El primer capítulo trata de los antecedentes, donde se describe el marco de referencia donde se encuentra la construcción del puente vehicular, así como los objetivos que persigue la solución de la problemática y las alternativas de solución.

El tipo de estructura es el segundo capítulo, en este se detallan los factores físicos, económicos y arquitectónicos que determinaron la solución y la elección del tipo de construcción a realizar. En el capítulo subsecuente denominado descripción técnica, se detalla la descripción general del proyecto como son: claro a librar, gálibo, anchos de arroyos, así también se hace incipie en las especificaciones de análisis y diseños utilizados durante la realización del proyecto. Dentro del estudio topográfico urbano realizado, se describe la manera en la cual se determinó los tipos de trazo, bancos de nivel, nivelación y secciones transversales, así como la rasante; examinándose al final los planos producidos en esta parte del trabajo. Finalmente como último subcapítulo que corresponde a la mecánica de suelos donde se describe los trabajos de campo realizados, los sitios donde estos fueron hechos, el tipo de suelo, el nivel de aguas freáticas, la estratigrafía del suelo, el tipo de suelo; así como los trabajos de laboratorio realizados, los resultados obtenidos mediante las muestras de los sondeos y los parámetros y variables arrojadas de los estudios de laboratorio. Además se dan a conocer una serie de características y recomendaciones tanto para el diseño como para la fase constructiva.

La cimentación es el capítulo número cuatro en donde se hace primeramente una descripción general de todos los trabajos que se llevarán a cabo durante la construcción de esta, posteriormente se detallan los procedimientos constructivos y la secuencia que se llevó a cabo para la erección de esta estructura, iniciando con la construcción de pilotes, continuando con el hincado de los mismos, para llegar a la cimentación superficial a base cajones subcompensados.

El subcapítulo IV.2 trata lo relacionado a la obra civil, de igual forma que en el tema anterior se hace una descripción general de los procesos constructivos, así como la secuencia con la que se edificó, culminando con la construcción de los cajones se prosiguió a la realización de las columnas que corresponde al primer subcapítulo que se detalla, posteriormente se hace una descripción de los capiteles en los cuales se apoya la superestructura, formada principalmente por las traveses prefabricadas que es otro subcapítulo. Se continúa con la explicación de los procesos constructivos de los diafragmas, losa de compresión y pavimentos, los dos últimos procesos fueron sobre las traveses pretensadas y es con lo que se forma la superficie de rodamiento. Finalmente el último subcapítulo describe la forma en el cual se contruyeron las tres rampas, utilizando dos procesos distintos, uno de ellos construido de manera tradicional, a base de dos muros laterales (muros de contención); procediendo, a la colocación de la estructura de pavimento. El otro proceso consistió en la construcción de muros paralelos al eje del puente y otros perpendiculares con respecto a los paralelos y ambos a la vez, cimentados en una losa de fondo, rigidizándose la estructura con una losa tapa, sobre la cual se tendía la carpeta asfáltica. A esta estructura se le denomina aireplen.

Como todas las contrucciones realizadas en esta Ciudad de México en el area donde se pretende construir existe infraestructura urbana como son: tuberías de drenaje, agua potable, gasolina, cables de electricidad de alta tensión, telefonía, alumbrado publico y sistema de transporte eléctrico, fué necesario hacer los desvíos y afectaciones necesarias para poder construir las estructuras que debido al trazo obstruye su construcción, llamándose a los trabajos que se realizaron con las afectaciones arriba descritas obras inducidas mismo nombre se le asignó al capítulo III-4. Para los desvíos y/o afectaciones en algunos casos es necesario la construcción de estructuras especiales como son las que se detallan en dicho tema.

El capítulo IV.3 se refiere a los acabados, que son de los últimos trabajos a realizarse en una obra de este tipo, no obstante durante los procesos anteriores se deben ir dejando y/o construyendo algunos elementos que son necesarios para el alumbrado siendo uno de los subcapítulo, así como la construcción de guarniciones y banquetas sobre y bajo puente mismo que comprende otro tema.

El señalamiento horizontal y vertical se detalla cada una de las señales para el control del flujo vehicular, así como la manera en la cual se colocaron y se realizó el señalamiento horizontal cumpliendo con sus especificaciones, formando parte integral de otro subcapítulo.

Otro subcapítulo es el de jardinería colocada bajo puente siendo uno de los últimos trabajos

a realizar junto con los dispositivos de seguridad que es parte fundamental en una obra de ingeniería de tránsito describiendo en este subcapítulo la función de los parapetos y los semaforos, así como el procedimiento constructivo y sus especificaciones.

El capítulo IV.4 trata de las especificaciones y control de calidad de los principales materiales usados, como son el acero, concreto y trabajos especializados como soldadura, haciendo un resumen de las cantidades de obra ejecutadas, personal y maquinaria utilizada durante todo el proceso de la obra y terminando este capítulo con el programa de obra

Se pretendo abarcar todos los procesos constructivos, así como sus estudios, como fueron: Estudio topográfico, Mecánica de Suelos y diseño, para dar a conocer a los estudiantes e ingenieros una memoria de la forma en la cual se construye un puente vehicular, siendo esta tesis una fuente de consulta.

I.- ANTECEDENTES

I.1 Marco Histórico

La vialidad influye de manera importante en el desarrollo de las ciudades. Una buena vialidad permite el movimiento eficiente de los habitantes así como el transporte rápido de mercancías, lo que representa mejorar la operación y la funcionalidad de la ciudad.

La Zona Metropolitana de la Ciudad de México cuenta con 18 millones de habitantes, ocupando una superficie de 1000 Km². El Distrito Federal, con 720 Km². Tiene una población de 8.5 millones de habitantes. La última información indica que circulan 2.5 millones de vehículos que generan 762 millones de viajes al año.

Del total de vehículos solamente el 3% son colectivos efectuando el 79% de los viajes, mientras que el 97% de los vehículos restantes, constituido por automóviles particulares principalmente, atienden únicamente el 21% de los viajes.

De gran ayuda ha sido la construcción del transporte colectivo "Metro" ya que no contamina y transporta un mayor número de personas por viaje; sin embargo, a pesar de que la construcción del Metro no se interrumpe y que todos los años se aumenta la red, el número de vehículos particulares también crece.

Por las razones antes expuestas la red vial presenta saturación, creando zonas de conflicto debido al tránsito intenso de vehículos principalmente particulares, así como el transporte público de pasajeros y mercancías. Los programas de inversión anuales deben contemplar la realización de aquellas obras que permitan ampliar la vialidad existente y reducir la problemática de los cruces viales.

El tránsito vehicular presenta como principal problema la contaminación del medio ambiente, por lo que cualquier medida que tenga por objeto solucionar problemas del flujo vehicular será benéfica para la población.

La red vial para el Distrito Federal está formada por dos anillos concéntricos de circulación continua: el Anillo Periférico y el Circuito Interior. Estos circuitos se complementan con una serie de vías radiales y con una retícula de ejes viales, que comprende la red vial primaria. Esta red se encuentra incompleta en algunos puntos, debido a que requiere realizar afectaciones costosas, o bien, se necesita obras que proporcionen continuidad a la red existente.

Las calles secundarias alimentan a la red primaria antes mencionada, constituyendo así un sistema vial que en teoría se considera funcional. Sin embargo, en la actualidad la vialidad existente es insuficiente en determinadas horas pico para permitir un tránsito fluido, pero para resolverlo se requieren de obras con una gran inversión, los cuales se realizan en los puntos críticos de la Ciudad de México.

Por lo que se refiere a la vialidad secundaria, existen delegaciones con un trazo adecuado de vialidad, mientras que en otras la estructura vial existente es deficiente debido principalmente a la rápida expansión de la población.

La Ciudad de México tiene una vialidad primaria de 600 Km. de longitud y de 12,000 Km. de calles secundarias. Es recomendable que anualmente se amplíe esta red vial mediante la construcción de 10 Km. de vialidad nueva y la repavimentación de 2 millones de metros cuadrados por año aproximadamente. Del análisis de los volúmenes de tránsito vehicular que se presentan en las vialidades primarias, se infiere que en las horas de máxima demanda el 80% de la vialidad primaria opera con niveles de servicio inadecuados estos bajos niveles de servicio también se ven afectados por el estacionamiento de vehículos en la vía pública, vueltas a la izquierda, paradas del transporte público, etc.

Los problemas viales en el Distrito Federal son de una gran complejidad, ya que por una parte el tránsito se incrementa como resultado del crecimiento de la población, impactando el nivel de vida de la misma. Las propuestas de mejoramiento de la vialidad existente pueden ser de tipo general o puntual, pero en cualquier caso la solución propuesta puede trasladar el problema vial a un punto cercano, o bien, puede llegar a ser obsoleta en poco tiempo. Sin embargo, tomando en consideración la limitación de los recursos disponibles, cualquier solución que se adopte tendiente a resolver un problema vial, es una obra que rendirá grandes beneficios sociales.

En el cruce de las avenidas con altos volúmenes de tránsito es frecuente que se presenten problemas de tránsito por la imposibilidad de dar paso a todos los vehículos en un tiempo razonable. En estos casos hay que estudiar desde soluciones económicas, adecuaciones geométricas, hasta soluciones más costosas como puentes vehiculares.

De acuerdo a lo anterior se ha elaborado planes y estudios como una solución a los conflictos urbanos que surgen en la Ciudad de México.

El Plan de Desarrollo Urbano del Distrito Federal constituye la programación, presupuestación, operación y evaluación del Distrito Federal; dentro de los objetivos, políticas y estrategias que constituye el marco del plan se encuentra lo siguiente:

- Objetivos Generales

- a) Racionalizar el crecimiento y desarrollo del área urbana del Distrito Federal.
- b) Promover el desarrollo urbano integral y equilibrado del Distrito Federal.
- c) Propiciar las condiciones favorables para la población del Distrito Federal pudiendo así tener acceso a los beneficios del desarrollo en materia de suelo urbano, vivienda, infraestructura, equipamiento y servicios públicos.
- d) Conservar, mejorar y aprovechar el medio ambiente del Distrito Federal para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

-Políticas Generales

- 4.- Controlar la expansión urbana en el Distrito Federal, particularmente en la parte sur.
- 5.- Densificar el área urbana.
- 6.- Orientar al crecimiento demográfico a zonas de área susceptibles de desarrollo urbano.
- 7.- Mejorar y aprovechar los espacios abiertos.
- 8.- Reforestación de las áreas disponibles en el Distrito Federal.
- 6.- Establecer y mantener una zona de transición entre el área susceptible de desarrollo urbano y las áreas no urbanas del Distrito Federal.
- 7.- Ordenar la estructura urbana del Distrito Federal mediante un sistema de centros urbanos que sirva a un conjunto de unidades socioeconómicas en alto grado (autosuficientes).
- 8.- Proporcionar una mayor distribución de usos del suelo urbano a través de la relocalización de establecimientos industriales, administrativos y de abasto.
- 9.- Incrementar las acciones de mejoramiento o reurbanización urbana acorde con una mejor dosificación de las zonas actualmente consolidadas.
- 10.- Revitalizar el Centro Histórico de la Ciudad de México.

- Estrategias Generales

- a) El crecimiento demográfico inestable de la ciudad en los próximos 20 años, un mínimo de 4.7 millones de personas adicionales, deberá captarse dentro de los límites de la área urbana, definida por el plan para ese plazo, es decir 658 Km².
- b) La estructuración deberá hacerse en función de dos componentes genéricos: Centros Urbanos y Red Vial.
 - Centros Urbanos, su principal función será identificar a los habitantes con su área geográfica y ofrecer un espacio para efectuar actividades cívicas, culturales y recreativas, concentrar la inversión y los servicios más generales, así como los más especializados, y alejar el transporte privado para facilitar el uso alterno del transporte colectivo.
 - Red Vial, las principales funciones será favorecer el desarrollo y consolidación de los centros urbanos y facilitar la fluidez de intercomunicación en apoyo a las distintas actividades urbanas.
 - a) La formación de corredores urbanos en el área de influencia inmediata a las líneas de transporte colectivo, cuyo desarrollo sea intensivo y de prioridad a la vivienda de alta

densidad y al establecimiento de servicios.

- b) Redistribución de usos del suelo y evitar los desplazamientos masivos entre la vivienda, el trabajo y el intercambio en general, para mejorar los niveles de eficiencia y bienestar que la vida urbana debe de ofrecer, siendo para el sector de vialidad y transporte la estrategia específica adoptar un sistema considerando el transporte público.
- c) El plan toma en consideración la ampliación y construcción de líneas del metro en las zonas que apoyarán la estructura futura de la ciudad, además del establecimiento de un sistema de transporte público no contaminante. El plan indica igualmente que se dote el área urbana de un sistema de transporte privado.
- d) El sistema de transporte público seguirá una traza reticular de ejes viales que dará accesibilidad y fortalecerá el desarrollo de los centros urbanos, facilitando el desplazamiento dentro del área urbana con un mínimo de transferencias.
- e) Se persigue la complementariedad entre la traza vial y las líneas del metro en forma alternativa, localizándolas en trazos distintos a los ejes viales, con el objeto adicional de desarrollar corredores urbanos.
- f) Se apoyará la instalación de estacionamientos en las áreas circunvecinas a los centros urbanos, incluso dentro del núcleo metropolitano así como cerca de terminales de transporte foráneo y estaciones del metro con el objeto de articular el sistema de movimiento y evitar el uso de transporte individual en las zonas de mayor circulación.

Las estrategias mencionadas están dentro del Plan Rector de Vialidad y Transporte donde se incluye un esquema rector para el desarrollo de la red vial primaria. Por otro lado se implementarán políticas y estrategias encaminadas a la solución del transporte del Distrito Federal.

A fin de lograr una adecuada estructura vial, se requiere contar con una red vial jerarquizada de la siguiente manera:

- 1) Vías primarias que crucen la Ciudad de extremo a extremo, las cuales se les dará prioridad en cuanto a su circulación.
- 2) Vías secundarias que conectan las diferentes áreas urbanas entre sí, como Calz. Tasqueña, Ermita Iztapalapa, Av. Tezontle, Av. Apatlaco, Calz. de la Virgen y Fray Servando Teresa de Mier entre otras.
- 3) Vías locales que sirvan para tener acceso a las propiedades.
- 4) Vías y zonas peatonales.

Por consiguiente, el esquema vial de la ciudad de acuerdo con el Plan Rector es el siguiente:

Dos vías anulares, Anillo Periférico y el Circuito Interior cuya función es distribuir grandes volúmenes de tráfico a las diferentes partes del sistema vial.

- Viaductos, se trata del Viaducto Miguel Alemán y el Viaducto Tlalpan, los cuales son vías de acceso controlado cuya función es comunicar demandas de viajes muy altas a puntos específicos de la ciudad.
- Vías Radiales, en ésta categoría se encuentra la Calz. Ignacio Zaragoza, el Eje Central, Calz. de Tlalpan y Río San Joaquín que tienen como origen-destino la zona central de la Ciudad de México.
- Ejes viales, retícula a lo largo y ancho de la ciudad. Se trata de vías de circulación continua con derecho de vía, que cruzan la urbe de extremo a extremo, con sección similar en toda su longitud, sentido único de circulación para disminuir los puntos de conflicto, semáforos sincronizados y carriles exclusivos para uso de transporte público.
- Puertas de acceso, se trata de las carreteras federales y autopistas que enlazan los estados periféricos con la Ciudad de México, siendo las siguientes: Autopista México-Toluca, Autopista México-Cuernavaca, Autopista México-Pachuca, Autopista México-Puebla y Autopista México-Querétaro; así como sus respectivas carreteras federales de enlace.

Estas puertas absorben y distribuyen los grandes volúmenes vehiculares de los accesos carreteros a la Ciudad de México, dentro de este esquema esta inmerso el Eje de Integración Norte-Sur. El Puente Vehicular Eje 3 Oriente-Viaducto está inmerso dentro de este Eje de Integración y por consecuencia dentro del Plan Rector de Vialidad y del Plan de Desarrollo Urbano del Distrito Federal.

Para satisfacer la demanda de grandes volúmenes de tránsito de vehículos conectados a las principales penetraciones de carreteras de los estados perimetrales a la Ciudad de México, está en ejecución las obras que forman parte del "Eje de Integración Vial Norte-Sur, Venta de Carpió-Nochimilco"; teniendo como función primordial comunicar el sur de la ciudad con el norte, dando salida hacia los Estados de Hidalgo y Edo. de México. El trazo de construcción de este eje está delineado a través de las vías primarias, Av. Central, Av. 608, Av. Oceanía, Liga de Carretas, Feo. del Paso y Troncoso, Periférico Sur y Av. Prolongación División del Norte cubriendo una longitud de 54 Km. Con la puesta en operación de la línea B del sistema de transporte metropolitano en su tramo Av. Ignacio Zaragoza a Blvd. de los Aztecas se logrará un desarrollo vial y de transporte en la zona.

Dentro del corredor descrito en el párrafo anterior existen puntos conflictivos en cruce de Avenidas con alto índice vehicular como son: Av. Fray Servando Teresa de Mier, Calz. Ignacio Zaragoza, Eje 4 Sur, Eje 3 Sur y Viaducto Río de la Piedad; que producen grandes pérdidas de tiempo por lo que la realización de obras puntuales para la solución a dicha problemática es primordial.

La vialidad con sus intersecciones que está dentro del área de influencia del puente Eje 3

Oriente Viaducto, funcionan con las características de vías principales de tipo eje vial en el caso de Eje 3 Oriente, y el Viaducto Río de la Piedad, habiendo en estas altos volúmenes vehiculares y por ende intersecciones semaforizadas que inciden en los niveles de servicio y conflictos de operación, ocasionando grandes filas de vehículos con sus respectivas demoras, que se traducen en pérdida de tiempo para cruzar las intersección circulando de un sentido a otro de la zona.

En función a lo anterior expuesto consideramos, que la zona es de alta movilidad y las vías principales absorben los volúmenes vehiculares de enlace entre las zonas centro y oriente de la ciudad, así como los municipios conurbados de Nezahualcoyotl y Ecatepec.

Las otras vías analizadas cubren los sentidos Oriente-Poniente y Poniente-Oriente, son Av. Fray Servando Teresa de Mier y los Ejes 2 y 3 Sur, así como la radial Viaducto Río de la Piedad, cuya trayectoria de circulación liga con la zona oriente con el centro, norte y sur del área metropolitana, atendiendo diversas áreas de actividad pública, como las industriales, educativas, comerciales, de transporte y recreativas, por lo tanto son arterias de constantes flujos vehiculares.

El traslado de personas de las zonas habitacionales que es el predominio en cuanto a uso de suelo, en el lado oriente de la ciudad; así como la colindancia con los municipios más poblados del país (Ecatepec y Nezahualcoyotl) hacia la parte centro de la ciudad se desarrollan rutas de largos recorridos e intercambio al sistema masivo, coincidente con la vía principal misma que utiliza el puente vehicular en proyecto (Francisco del Paso y Troncoso). Esta arteria de enlace es de uso obligatorio no solo por el vehículo particular, sino por las rutas de transporte colectivo de superficie que principalmente comunican a las estaciones del sistema colectivo metro Moctezuma, Mixtliçca, Coyula, Iztacalco, Apatlaco, Acuelco y Estación 201, permitiendo con esto el intercambio modal al usuario.

Por su alta participación en la composición del volumen vehicular, a través de la red vial de la zona, existe una buena cobertura en cuanto a las líneas de acceso, principalmente en aquellas rutas que se dirigen o parten de las estaciones del sistema de transporte colectivo coincidentes al Eje 3 Ote. iniciando en Moctezuma y San Lázaro al Norte y Constitución de 1917 al Sur. Considerando como punto final Nochimilco, que cubren las colonias establecidas en torno a la Av. Francisco del Paso y Troncoso (Eje 3 Ote.) dentro de las Delegaciones Venustiano Carranza, Iztacalco, Iztapalapa, Coyoacan, Hlalpan y Nochimilco.

Con la presencia de altos volúmenes en el corredor de análisis y vías primarias transversales durante la hora de mayor afluencia, permitiendo observar, las intersecciones de la vialidad que forman la problemática del márco de análisis, teniendo los siguientes entronques con mayor volumen:

- 1.- Francisco del Paso y Troncoso - Calz. Ignacio Zaragoza - Emilio Carranza - Sidar y Rovirosa.
- 2.- Francisco del Paso y Troncoso - Cecilio Robelo

- 3.- Francisco del Paso y Troncoso - Fray Servando Teresa de Mier.
- 4.- Francisco del Paso y Troncoso - Av. Morelos (Eje 3 Sur).
- 5.- Francisco del Paso y Troncoso - Viaducto Río de la Piedad (laterales).

Para los destinos de uso de suelo y equipamiento, se ha considerado el marco de incidencia descrito anteriormente que considera un radio aproximado de 500 m. para cada una de los dos entronques principales los cuales dan origen al puente vehicular Eje 3 Ote.-Viaducto. Dentro de la mancha urbana de la Ciudad de México, la zona de estudio se localiza al centro del contexto urbano, puntualmente al sur de la Delegación Venustiano Carranza, en los límites con la Delegación Iztacalco, sin embargo operativamente y en función al uso de suelo predominante y como marco del Centro Histórico de la ciudad, pasa a ser parte fundamental de la movilidad no sólo de las delegaciones políticas que intercomunican, es decir su importancia trasciende a nivel macro regional.

Acorde a su localización, mantiene una relación fundamental en la concepción del corredor vial y urbano de integración (Norte-Sur y Sur-Norte) Venta de Carpio Xochimilco. Las restricciones en cuanto al uso de suelo existente en la zona y las instalaciones de equipamiento, ductos de PEMEX de 8" a 12" y por parte de la D.G.C.O.H. con el interceptador oriente, en su trama de la lumbrera 4 a la lumbrera 5. El puente, ligara en forma directa a todos los movimientos que registran las intersecciones que cubre la estructura puntual, principalmente el movimiento Norte-Sur y Sur - Norte considerando sólo a los cuerpos centrales. Las laterales siguen funcionando mediante dispositivos de control de flujo (senáforos). Considerando dentro de los beneficios de la movilidad de tipo regional, la reducción de tiempo de traslado, implícito con el aumento de velocidad y nivel de servicio en la operación y liga directa entre zonas generadoras y atractivas de viajes, con la implementación de la estructura puntual.

Con lo expuesto en el párrafo anterior en referente a las instalaciones de equipamiento, la zona de análisis muestra diferentes características de urbanización y calidad en la misma, donde se aprecian áreas: habitacionales, equipamiento, comunicación, servicios, salud y educación, así como comercios, uso mixto (habitación y pequeño comercio) apoyado por una red vial de tipo primario primordialmente y en menor proporción, la de tipo secundario con características domiciliarias.

El área de influencia considerada para el análisis, quedó dividida en dos etapas coincidentes con los entronques conformados por el Eje 3 Ote. Francisco del Paso y Troncoso, con el Eje 3 Sur Av. Morelos y el Viaducto Río de la Piedad (cuerpos laterales) estas dos zonas de acopio se encuentran entrelazadas, esto se debe al radio de cobertura quedando así conformadas la zona norte y la zona sur.

Zona Norte: Límites- Eje 2 Sur Av. del Taller al Norte, Viaducto Río de la Piedad al Sur, Fernando Iglesias Calderon al Oriente, Cueurpe y Nicolas Romero al Poniente.

Zona Sur: Límites- Viaducto Río de la Piedad al Norte, Colica y Cafetal al Sur, Chicle al Oriente y Terraplen de Río Frio al Poniente. (Ver croquis de localización).

Las colonias adyacentes quedarán integradas, así como las áreas regionales de cobertura que se genera a través de un corredor que se enlistan a continuación, estas últimas se crean por la creación del Eje de integración vial Norte-Sur.

Zona Norte. Obregón, Magdalena Mixihuca, Unidad Morelos, Jardín Balbuena y parte de la Unidad Kennedy, y como extremo final el corredor urbano Av. Central (Carlos Hank González), hasta Venta de Carpio, municipio de Ecatepec.

Zona Sur. De la Cruz, Unidad Habitacional Coyuya, Granjas México y como extremo final Nochimileo a través del Eje Vial 3 Oriente dirección sur enlazando, las Delegaciones Iztacalco, Iztapalapa y Coyoacán; cabe mencionar que el destino final Nochimileo se realizará a través de Periférico y Prolongación División del Norte.

Las características que muestran ambas zonas en densidad e intensidad y tipos de usos de suelo son:

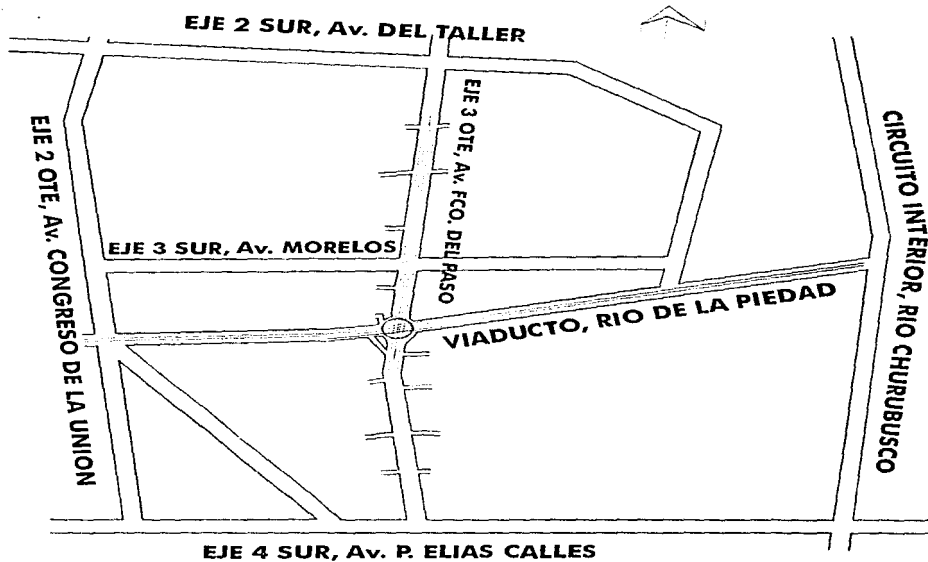
Zona Norte. Con un área de 95.0 Ha.

Participación

TIPO	USO	HA	%	POB. (HAB/HA)
H4	Habitación hasta 400 hab./ha.	39.43	42	244
H8	Habitación hasta 800 hab./ha.	14.84	16	388
H4S	Habitación mixto - servicios con una densidad hasta 400 hab./ha.	3.22	3	
ED1	Equipamiento de recreación y deportes.	7.20	8	
AV	Áreas verdes y espacios abiertos	3.05	3	
	Vialidad primaria intensidad 3.5	27.27	28	
	Totales	95.0	100	307 Prom.

En la zona podemos observar que el uso con mayor participación es la habitación con un porcentaje de 61% que equivale a 57.49 Ha. En esta variable de uso comprende los tipos H4, H8 y H4s.

CROQUIS DE LOCALIZACION



ciudadanos que habitan dentro del área de influencia, además de mejorar la vialidad y hacerla más eficiente.

Zona Sur. Con un área de cobertura aproximada de 63.33 Ha.

Respecto a la diferencia entre áreas, en la zona sur esta propiciada por el tipo de uso y su densidad, que actualmente observa, clínica de asistencia médica y de servicios. A continuación podemos observar la composición de la zona, por tipo de uso.

TIPO	USO	HA.	%	POBL. (HAB./HA.)
114	Habitacional hasta 400 Hab./Ha.	34.98	56	309
114 F.S.	Habitacional industria mezclada y servicios hasta 400 Hab./Ha.	4.32	7	287
E.S.L.S	Equipamiento de servicios, salud y administración	5.07	8	
AV	Áreas verdes y espacios abiertos (camellones únicamente)	2.20	3	
	vialidad primaria	16.76	26	
	Totales	63.33	100	307 Prom.

El uso de mayor participación es el habitacional con un global de 39.30 Ha. Igual al 65% del área, en este uso se agrupan los tipos 114 y 114 F.S., observamos también que la segunda variable vuelve a ser la red vial con un 26% que significa un promedio de 16.76 Ha. Que como conclusión lo importante es que dentro de la zona de análisis se observa la forma integral de la zona, actualmente se observa una urbanización del 100% con una densidad bruta de 307 Hab./Ha., siendo igual a la zona norte lo que demuestra el equilibrio existente entre la densidad de población y la urbanización, actualmente se atenderá a una población de 12049 Hab. a nivel puntual, es decir se debe considerar la población flotante en función y proporción a los diferentes tipos y zonas de equipamiento.

A través del puente vehicular Eje 3 Ote.-Viaducto, al integrar ambas zonas tendremos una población total de 29698 Hab. Se ahorrará tiempo, combustible, horas hombre; así como la emisión de contaminantes.

Cabe mencionar que dentro del uso de equipamiento se encuentra la clínica regional del IMSS No. 20 y las instalaciones de la D.G.C.O.H. a estos se les considera como generadores y atractores de viajes de suma importancia dentro de la movilidad urbana.

Con la finalidad de conocer el nivel, operativo de las vialidades responsables de la movilización vehicular y peatonal a través de estas en la zona de influencia se llevó a cabo una serie de investigaciones en sitio, llevándonos a la vez a elegir soluciones que coadyuven a mejorar no solo la estructura vial; si no los índices de circulación vehicular, así como los aspectos de servicio de transporte y sobre todo agilizar y brindar seguridad. La información obtenida en campo que servirá como base de datos para el conocimiento de la

una serie de investigaciones en sitio, llevandonos a la vez a elegir soluciones que coadyuguen a mejorar no solo la estructura vial; si no los índices de circulación vehicular, así como los aspectos de servicio de transporte y sobre todo agilizar y brindar seguridad. La información obtenida en campo que servirá como base de datos para el conocimiento de la situación actual y para las alternativas de proyecto procederá de los siguientes estudios de campo:

- Aforos vehiculares
- Aforos direccionales
- Aforos peatonales
- Movilidad
- Accidentes de tránsito.

Aplicandose cada uno de estos con sus estudios y características propias de funcionalidad, utilizando para estos los recursos materiales y humanos necesarios.

1.- Aforos Vehiculares

Estos estudios de campo se aplican a las vías primarias que se plantea agilizar mediante una obra puntual primordialmente en las intersecciones o cruces donde inciden, con el objeto de conocer el número de vehículos que circulan a través de ellas en un determinado período de tiempo.

Para la intersección principal que conforman las arterias Av. Fco. del Paso y Troncoso Eje 3 Ote., así como las correspondientes a los cruces de Fco. del Paso y Troncoso con las avenidas; Ignacio Zaragoza, Emilio Carranza, Sidar y Riborosa, Cecilio Robelo, Fray Servando Teresa de Mier y Viaducto Río de la Piedad (laterales) llevaron a cabo los aforos de presencia vehicular durante 16 horas continuas con cortes de 15 minutos por cada hora.

Observandose la variación vehicular de cada una de las vías de acceso a la intersección, se identificaron los períodos de mayor volumen vehicular u Horas de Máxima Demanda. Correspondiendo en este estudio y en la zona en general al período comprendido entre las 7:30 y 8:30 Hrs.

Con la detección de la Hora de Máxima Demanda se conoce de manera más específica el comportamiento vehicular y su composición, la cual se clasifica de acuerdo a la utilización otorgada a cada vehículo, es decir, en vehículos particulares, vehículos de transporte público y vehículos de carga.

Dicha información forma parte de un bloque de elementos básicos que combinados entre sí nos ayuda a establecer un diagnóstico de los niveles de servicio en los que se encuentra operando las vías de circulación de la zona.

La variación de los volúmenes vehiculares captada durante los aforos se muestra a continuación, de cada una de las intersecciones que se encuentra en la zona.

Francisco del Paso y Troncoso- Calz. Ignacio Zaragoza- Emilio Carranza- Sidar y Riborosa

Tipo de vehículo	No. de vehículo	%
Automóvil particular	4694	76
Transporte público	1047	17
Vehículos de carga	454	7
Total	6195	100

Francisco del Paso y Troncoso - Cecilio Robelo

Tipo de vehículo	No. de vehículo	%
Automóvil particular	3701	84
Transporte público	340	8
Vehículos de carga	340	8
Total	4381	100

Francisco del Paso y Troncoso - Fray Servando Teresa de Mier

Tipo de vehículo	No. de vehículo	%
Automóvil particular	8106	86
Transporte público	732	8
Vehículos de carga	553	6
Total	9391	100

Francisco del Paso y Troncoso - Av. Morelos (Eje 3 Sur)

Tipo de vehículo	No. de vehículo	%
Automóvil particular	5948	76
Transporte público	1330	17
Vehículos de carga	548	7
Total	7826	100

Francisco del Paso y Troncoso- Viaducto Río de la Piedra

Tipo de vehículo	No. de vehículo	%
Automóvil particular	8064	85
Transporte público	468	5
Vehículos de carga	948	10
Total	9480	100

2.- Aforos Direccionales

Determinada la Hora de Máxima Demanda en la que se presentaron los volúmenes de tránsito más altos, se realiza el recuento de vehículos identificándolos de acuerdo a la trayectoria de circulación y a la clasificación por tipo de vehículo respectiva.

El registro de los volúmenes se hizo de acuerdo a sus características de ocupación y de uso correspondiente. Quedando integrada dicha clasificación de esta manera:

"A".- Los automóviles de uso público y particular, las camionetas en sus diferentes tipos como Guayín y Pick-Up; así como las motocicletas.

"B".- Los autobuses utilizados para el transporte de pasajeros de tipo foraneo.

"C".- Los vehículos destinados al transporte de carga.

"D".- Corresponde a los vehículos de transporte colectivo de ruta fija, llamense combis o microbus.

Obteniéndose como conclusión que la hora crítica es de las 7:30 a las 8:30 de la mañana y que el 80% del aforo está constituido por los autos particulares, por lo que el puente vehicular Eje 3 Ote.-Viaducto está encaminado a recibir sólo autos particulares, ya que el paso del transporte público en la mayoría de los casos se hace el uso de las laterales.

3.- Aforos Peatonales

El peaton, es factor importante en cualquier problema de circulación urbana, especialmente desde el punto de vista de seguridad.

El peaton, generalmente es más renuente a obedecer los reglamentos de tránsito, es decir, carece de conciencia de respetar los dispositivos de control instalados con el fin de preservar su integridad física, además de permitirle una movilidad ágil y segura en los traslados de un lugar a otro. Si a esto le agregamos que el peaton, tampoco es respetado por los conductores de vehículos, por dichas causas un porcentaje considerable de las personas

que se ven inmiscuidas o muertas en accidentes de tránsito son peatones.

En la zona de estudio, los movimientos peatonales efectuados fueron registrados através de aforos directos. Utilizando formatos especiales.

El acopio de información se realizó durante los rangos de Mayor Movilidad Vehicular, la razón de tomar la Hora de Máxima Demanda para realizar los conteos de peatones, se debe a que es una indicación clara que la zona se encuentra con su mayor movilidad, por lo tanto, se tendrá la relación más conflictiva entre peaton y vehículos.

Con el objeto de justificar la ubicación y determinar las dimensiones adecuadas para los posibles puentes peatonales, de tal manera que estos sean, económicos, seguros y eficientes, se realizaron aforos a todo lo largo del área de influencia del puente vehicular Eje 3 Ote.-Viaducto, la metodología a seguir fue primeramente elegir puntos de cruce a lo largo de las vías en análisis. Esto obedece a que no es posible aforar sobre un solo punto, ya que los peatones cruzan en cualquier lugar de las vías en estudio, pues no existen obstáculos además de que los puentes existentes no se localizan en los puntos donde se requieren. El aforo se realizó para una duración total de 2 horas y se eligió para el diseño la Hora de Máxima Demanda, siendo esta la ya mencionada anteriormente.

La intersección que presenta mayor movimiento peatonal es la que corresponde a Eje 3 Ote. Francisco del Paso y Troncoso y Eje 3 Sur Av. Morelos, cuyos volúmenes son de 1543 peatones por hora para el sentido Oriente-Poniente y Poniente-Oriente.

Dichos movimientos se realizaron con la finalidad de trasladarse principalmente hacia la zona centro de la Ciudad de México a través del intercambio modal del sistema masivo metro, hacia el de superficie autobús, trolebús, microbús o taxi de itinerario libre en menor cantidad se registran viajes hacia los municipios de Nezahualcoyotl y Ecatepec.

Otro flujo peatonal importante se presenta en el cruce del Eje 3 Ote.-Viaducto Río de la Piedad (laterales) en sentido Oriente-Poniente y Poniente-Oriente (1143 peatones), con el mismo fin de llevar a cabo un intercambio de servicio modal.

Descripción de los diferentes niveles de servicio peatonal, según el reglamento norteamericano AASHTO. Para las proyecciones se utilizó una tasa de incremento lineal del 3% anual, con la actual se tuvieron niveles de servicio C y cercanos al C, en el caso de pasarelas en puentes peatonales sin estación de metro "B".¹

Para el caso de las pasarelas en puentes vehiculares sobre estación, no rigió para el diseño el aforo peatonal, sino la capacidad máxima de usuarios en la estación que en caso de emergencia deberán evacuarse la cantidad de 3,000 usuarios en un tiempo máximo de 3 minutos, las dimensiones propuestas se revisaron para esta condición sin considerar la posibilidad de que los usuarios salieron por el acceso que da a las balizas sobre el puente vehicular. Los resultados arrojaron que para un nivel de servicio E es posible evacuar un total de 2,980 usuarios en un tiempo máximo de 3 minutos por lo dicho inicialmente en este párrafo, se consideró como definitivo el prediseño, cabe aclarar que aquí no se utilizaron tasas de crecimiento por corresponder la demanda de usuarios a la capacidad máxima de la estación.

Datos:

Velocidad promedio del peaton	73 mts/min.
Aforo actual 1 sentido (Aforo Máximo Registrado)	712 Peat/Hra.
Longitud aproximada	57 mts
Vida útil	22 años
Área proporcionada por el puente	102.6 m ²
Tiempo que tarda un peaton en cruzar el puente, suponiendo una velocidad promedio = 73 m/hra.	0.7088 minutos.
Número de peatones por minuto	16.35 peatones/min

4.-Movilidad

Se efectuó un análisis en función a los tiempos de recorrido actuales y la puesta en operación del puente Eje 3 Ote.-Viaducto

Se tomaron las siguientes consideraciones para el desarrollo del análisis:

- Longitud del puente vehicular 765 m. con dirección Norte-Sur y Sur-Norte.
- Velocidad promedio sobre el puente 60 kms/hra.
- Inicio y final del recorrido.

Para tomar los datos del tiempo de recorrido actual se utiliza el método del vehículo flotante, los puntos de control, se determinaron en función a recorrido muestra, y corresponden a entronques semaforizados equidistantes entre si.

Los recorridos se realizaron para el sentido del puente: 1.- Norte-Sur, de Av. Fray Servando Teresa de Mier utilizando la Av. Francisco del Paso y Troncoso hasta Av. Plutarco Elías Calles Eje 4 Sur, para el sentido 2 Sur-Norte, será el recorrido inverso al descrito en el sentido 1, es decir, inicia en la Av. Plutarco Elías Calles y termina en Av. Fray Servando Teresa de Mier.

Con respecto a los movimientos Oriente-Poniente, dentro del esquema vial del puente vehicular el planteamiento se efectuará a nivel, sin embargo se desarrollarán recorridos de tiempos para ambos.

Para el sentido 3 Oriente-Poniente se inicia en la lateral de Viaducto a la altura del Eje 3 Ote. Villa de Aragón y termina en Av. H. Congreso de la Unión Eje 2 Ote., se utiliza para el desarrollo del recorrido la Av. Morelos Eje 3 Sur así como la lateral de Viaducto esta última en ambos sentidos, para el sentido 4 Poniente-Oriente) el recorrido inicia en Eje 2 Ote. H. Congreso de la Unión y termina en la lateral de Viaducto Río de la Piedad., utilizando el Eje 2 sur.

5.- Accidentes de Tránsito

El uso del automóvil, si bien ha venido a facilitar la vida del hombre e influir notablemente en sus actividades sociales y económicas, también ha llegado a constituir una importante fuente de accidentes, originando miles de muertes cada año.

Las estadísticas de accidentes constituyen una parte valiosa para el conocimiento de las condiciones de operación de las calles, avenidas y cruces. Esta información es fundamental para precisar fallas operacionales que pueden mejorar los proyectos geométricos y los dispositivos de control del tránsito.

Esto en consecuencia ha despertado una gran inquietud en los especialistas de planeación vial, motivando con ello numerosos estudios para determinar los factores de seguridad que intervienen en la operación de las vías de circulación.

Por lo tanto si definimos el término accidente como un suceso eventual e inesperado en que involuntariamente resultan dañadas personas o cosas, podemos entonces determinar que los accidentes viales son el resultado de la falla de uno o varios de los siguientes elementos:

- Conductores
- Peaton
- Vehículo
- Vía

Atribuyéndose al factor humano (conductor o peaton) del 60% al 80% y al factor material (vehículo y vía) del 20% al 40%.

Dentro de las fallas más comunes que se atribuyen al factor humano encontramos las siguientes acciones: velocidad en exceso, invasión del carril, así como la falta de educación vial para conducir, entre otras más.

Dada la concentración de accidentes en las intersecciones o a lo largo de la trayectoria de una vía, la atención de un proyecto a realizar debe marcarse en términos de lograr un equilibrio del tránsito en cuanto a volumen, velocidad de operación, características de aceleración y desaceleración, además de la ubicación del señalamiento indicando, para poder brindar ante todo la seguridad deseada tanto a peatones como a automovilistas.

En cuanto a accidentes se refiere encontramos que los dos entronques analizados observan las siguientes características:

Av. Francisco del Paso y Troncoso Eje 3 Ote.-Av. Morelos Eje 3 Sur y Av. Francisco del Paso y Troncoso Eje 3 Ote.-Viaducto Río de la Piedad señala un promedio anual de 160 siniestros por accidentes de tránsito, de ellos casi el 78% fueron vehiculares y la diferencia de 22% peatonales.

Las causas que generaron los accidentes fueron: coalición 88%, atropellamiento 7% y otras causas con el menor porcentaje.

Por lo que tenderá a reducirse particularmente las coaliciones debido a reducir la cantidad de vehículos en los cruces del Eje 3 Ote. con el Eje 3 Sur y el Viaducto Río de la Piedad.

1.2 Objetivos

Dadas las características del parque vehicular que había que salvar, fue necesario establecer una serie de objetivos que debieran ser conseguidos por la solución elegida siendo estos:

- 1.- Crear un puente necesario para el sistema de traslado de personas y bienes.
- 2.- Comunicar el origen destino, no solo por el vehículo particular, sino por las rutas de transporte colectivo que principalmente comunica a las estaciones del sistema colectivo, Moctezuma, Mixitlca, Coyula, Iztaacalo, Apatlaco, Aculeo y Escuadron 201, con la mayor cantidad de viajes-personas en forma más directa con miras a reducir tiempo y longitud de recorrido.
- 3.- Estructurar y crear un entorno urbano de áreas habitacionales recreativas, fabriles, comerciales, y culturales de la población de la zona norte.
- 4.- Ampliar el acceso de la población a oportunidades de desarrollo.
- 5.- Ofrecer opciones viales para descongestionar el tránsito en los entronques del Eje 3 Ore, Francisco del Paso y Troncoso, Eje 3 Sur Morelos y el Viaducto Río de la Piedad.
- 6.- Dar continuidad al Eje de integración vial Norte-Sur Venta de Carpio-Noehimileo.
- 7.- Satisfacer líneas de deseo de movimiento en alcances viales entre el Edo. de México y el Distrito Federal.
- 8.- Satisfacer las normas y especificaciones de proyecto geométrico establecidas para éste tipo de vialidad.
- 9.- Disminuir al máximo los costos y tiempos de construcción.

1.3 Alternativas

Dada la importancia de la inversión requerida para la solución y por el obstáculo a librar, las opciones de cuya factibilidad de cruce a analizar es :

A) ALTERNATIVA CON PASO A DESNIVEL DEPRIMIDO.

Indicadores

- a) Se requeriría un gálibo, altura libre de circulación de 4.5 a 5 mts. en el túnel.
- b) Se requeriría un túnel con una longitud de 600 mts. y un ancho de 22,00 mts.
- c) Sería necesario construir pasos peatonales separados de la circulación vial (elevados).
- d) Sería necesario readaptar instalaciones del drenaje profundo, agua potable, Cía. de Luz y Fuerza, de Teléfonos de México y PEMEX.
- e) Sería necesario dotar de un sistema de iluminación, ventilación y un equipo de bombeo.
- f) Librar la estación Mixiuhca del sistema de transporte colectivo metro (línea 9) que cruza perpendicularmente al trazo transversal.
- g) Librar el cajón del Viaducto.
- h) Reubicación del cárcamo de bombeo de aguas pluviales que da servicio al Viaducto.

B) ALTERNATIVA CON PASO A DESNIVEL ELEVADO.

Indicadores

- a) Las modificaciones a la estructura existente (Agua potable, Cía. de Luz y Fuerza y de Teléfonos de México), serían casi nulas.
- b) Se requeriría un gálibo mínimo (altura libre de circulación de 8 mts.)
- c) Se requeriría un puente de 765 m. de longitud en dos secciones de 12.00 m. para dejar un área libre por las instalaciones de PEMEX.
- d) Sería necesario la reubicación de los puentes peatonales.
- e) Es necesario reubicar el cárcamo existente.

De la evaluación en base a costos y tiempos de construcción se elige la alternativa "B" de un paso a desnivel elevado, ya que si bien las afectaciones a esta alternativa ofrece una

reducción de costos y tiempos de construcción ya que no es necesario modificar las importantes instalaciones.

II.-Tipo de estructura

II.1 Condicionantes.

Elegida la alternativa de un paso a desnivel elevado se procedió a ponderar una serie de condicionantes que ayudaron a definir el tipo de estructura, los materiales a utilizarse y los procesos constructivos que llevarán el menor costo y tiempo de ejecución de los trabajos. Se seleccionaron condicionantes de cuatro tipos las cuales fueron:

II.1.1 Factores Físicos

- a) Los obstáculos a librar por medio de la estructura está compuesto por los siguientes claros a cubrir.

Eje 3 Sur Av. Morelos 20 metros.

Glorieta Viaducto-Río de la Piedad 87.50 metros.

Distancia entre el Eje 3 Sur a la glorieta Viaducto-Río de la Piedad 222 metros.

- b) Las fluctuaciones en el mercado de materiales muestra la poca consistencia del sector acero con relación al del concreto en sus aspectos de precios, entregas y materiales en disponibilidad inmediata.
- c) La experiencia y disponibilidad tanto de equipo como de recursos humanos para trabajos de ingeniería en acero es menor que la disponibilidad de obras realizadas en concreto, ya sea prefabricados o elaborados en sitio, principalmente por el tipo de personal que se requiere en el manejo del concreto que es en la mayoría de los casos poco especializado. Agregándose a ello que las especificaciones en la construcción de acero obliga a la fabricación y montaje de medidas al milímetro, condición que para cumplirla, es necesario contar con tiempo de terminación de obra no restringido.
- d) Dada la naturaleza del material, las estructuras de acero (en la mayoría de los casos) requieren un mantenimiento mucho más intenso que las estructuras realizadas en concreto, sobre todo para obras cuyo horizonte de planeación es alto.

II.1.2 Factores Económicos.

- a) El presupuesto para la realización de la obra, estuvo supeditado a las condiciones del mercado y al tiempo de realización.
- b) Se dificultó el proceso de afectaciones al existir en la zona que comprende la construcción, una alta densidad de edificaciones, además se trató de minimizar el área de

afectaciones con el eje de trazo.

- c) Los estudios de mecánica de suelos mostraron un estrato resistente a los 38 m. de profundidad lo que condicionó el tipo de cimentación a emplear para soportar los tipos de estructura que en la construcción de puentes se utiliza normalmente.
- d) Se tenía un plazo de nueve meses para la realización de la obra, a partir del mes de febrero de 1996 para terminar en la primera semana de noviembre.

II.1.3 Factores Arquitectónicos.

- a) Al estar localizado este proyecto en una área en donde las construcciones son de poca altura y al ser esta una estructura cuyas dimensiones son desde el punto de vista urbano impactantes para el medio, debía tener esta obra tal diseño que satisficiera no sólo las condicionantes de tipo estructural, sino también como punto de referencia a la población.
- b) La versatilidad granulométrica y textura del concreto ofrece una gama gigantesca para el apoyo e imagen urbana, en tanto que en el acero estas características tiene una mayor restricción.

II.2 Elección de la Estructura

Considerando cada una de las condicionantes antes anotadas, se determinó que la estructura más económica sobre todo por las fluctuaciones del mercado en los materiales y disponibilidad de personal y equipo especializado necesarios eran las que requerían la selección del tipo de estructura a utilizar. Al realizar un análisis comparativo entre una estructura de acero y otra de concreto bajo las condiciones anteriores se definió que la estructura para el puente más adecuada sería la de concreto armado.

Además de que este, debería ser prefabricado y pretensado en la super-estructura lográndose con ello ahorro de tiempo y salvando de esta manera grandes claros sin interferir al movimiento de tráfico vehicular.

III.-DESCRIPCIÓN TÉCNICA

III.1 Diseño

III.1.1 Descripción General del Proyecto

El puente vehicular eje 3 Oriente-Viaducto está constituido por dos rampas que se intersectan en el lado sur, la rampa A tiene una longitud de 738 m. teniendo la superestructura una distancia entre ejes de estribos de 584 m. La rampa B, tiene una longitud de 734 m. y de superestructura 582 m.

Los claros a librar son 25, siendo el claro mayor de 35 m. para librar el Viaducto Río de la Piedad y el claro menor de 8 m. localizado entre los ejes de columna en las zapatas 4 y 5, salvando así la Av. Morelos, glorieta Viaducto Río de la Piedad y el Viaducto.

Contemplando la estructura mediante rampas de ascenso y descenso con una pendiente longitudinal del 4% y desarrollos de 78, 72 y 77 mts., las dos primeras son las referentes al lado norte y están construidas a base de dos muros de contención, losa fondo, losa tapa y contratraves, así como zonas huecas. A esta estructura se le denomina aireplen. La última se construyó siguiendo la metodología del aireplen y terraplen.

El ancho de cada cuerpo del puente es de 12 metros, siendo el ancho del arroyo de 10.50 m. dividido en tres carriles de 3.50 m., sumando un total de seis carriles por los dos cuerpos, tres por cada sentido, cada uno para la circulación de vehículos particulares y de carga. Además cuenta con guarderones en cada cuerpo en donde se desplanta el dispositivo llamado parapeto, así como las bases para la sustentación del alumbrado sobre el puente.

La altura máxima del puente es de 8.6 metros y de galibo (altura libre) mayor de 7 m., quedando un galibo de 9.7 m. con respecto a la vialidad del Viaducto y de 5.9 m. con referencia a la Av. Morelos.

La pendiente longitudinal máxima es de 6% y la pendiente transversal del 3% siendo la velocidad de proyecto (60 Km/Hra).

La cantidad de vehículos pesados que usará el puente es de 5% con un peso promedio de 15 Ton. y potencia promedio igual a 150 HP., el 5% para transporte público (microbuses) y el 90% restante para automóviles particulares y taxis. El nivel de servicio E, en función del volumen vehicular para el puente es de 3884 vehículos por hora en ambos sentidos, incrementándose anualmente en un 2.9%.

Debido a las condiciones del suelo (limo-arenoso) y su baja resistencia, se determinó la elección de una cimentación mixta a base de pilotes de fricción cuyo nivel de desplante fué a los 35 m. promedio por debajo del nivel de terreno natural, complementándose la construcción de la cimentación con cajones de cimentación en cada uno de los apoyos del puente para evitar asentamientos diferenciales.

A partir de los cajones de cimentación, se desplantaron las columnas en la cual se sustenta la superestructura, estos apoyos fueron construidos con concreto armado, siendo notorio la utilización de concreto blanco para darle más vida al conjunto. Los claros entre apoyo y apoyo fueron lo más uniforme posible para la simplificación durante la construcción de los prefabricados, utilización de cimbras, andamios, mecanización de los procesos durante la construcción y como consecuencia reducción de los costos.

La superestructura está formada por una serie de elementos prefabricados pretensados debido a los claros por salvar, estos fueron construidos en planta y transportados a la obra para su colocación, la razón del pretensado es debido a la longitud de los claros; el concreto está sujeto a esfuerzos de compresión permanentes, permitiendo un mejor aprovechamiento del concreto, así también, el pretensado permite reducir la carga muerta.

Las trabes empleadas son las denominadas del tipo cajón, el motivo de haber construido la superestructura con estos elementos prefabricados, es su especial resistencia a la torsión, sobre todo en las curvaturas. El concreto empleado para la construcción de las trabes tendrá una resistencia de $f_c = 400 \text{ Kg/cm}^2$ y al destensar $f_t = 320 \text{ Kg/cm}^2$, el acero de refuerzo tendrá una resistencia de $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y los torones se tensaron a 13000 kg cada uno.

Para su colocación se utilizaron grúas hidráulicas y mecánicas con capacidad de izaje como mínimo de 140 ton, empleándose dos grúas a la vez en cada montaje de los prefabricados con la variación en el claro formado por el Viaducto-Río de la Piedad en donde se usaron tres grúas, dos de 140 ton, y una de 300 ton, de capacidad de izaje.

Colocadas las trabes que salvan cada claro, se procedió a continuar con la construcción de la superestructura, construyéndose una losa de 7 cm. de espesor, armada transversal y longitudinalmente; la resistencia del concreto y del acero empleados en este sistema de rodamiento es de $f_c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ y $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ respectivamente.

Finalmente para complementar la superestructura, colocadas las trabes, se rigidizan transversalmente el conjunto mediante la construcción de diafragmas de concreto y tubulares; los de concreto se construyen justamente en el eje de columna que consiste en una trabe perpendicular al eje del puente con peralte de 1.40 m. y ancho de 0.60 m. de concreto estructural de $f_c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ y acero de refuerzo de $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$. El diafragma tubular se formó con tubo cédula 40 de 4" de diámetro soldado con las placas dejadas en el prefabricado, la forma en la cual se encuentran colocados estos diafragmas, consiste en un tubo colocado horizontalmente soldado de trabe a trabe y dos adicionales soldados en un extremo en la parte central del colocado horizontalmente y el otro extremo a la trabe pero en sentido opuesto de cada tubo.

Concluida la superestructura se procedió a la construcción del parapeto en ambos cuerpos del puente construyéndose al mismo tiempo la guarnición sobre puente a consecuencia de que los postes del parapeto deben estar anclados en la guarnición. Terminada la guarnición y parapeto se colocó la carpeta asfáltica sobre puente con espesor de 5 cm. de pavimento con estructura cerrada y 2 cm. de mezcla asfáltica de estructura abierta de nombre Open Graded.

Como en toda obra vial, existe señalamiento horizontal y vertical. El horizontal consiste en un plasmado en el pavimento y sirve de guía de rodamiento al conductor, por otro lado, el señalamiento vertical son de tres tipos: restrictivas, Informativas y preventivas empleándose los tres tipos de señalamiento vertical.

Para la iluminación tanto sobre como bajo puente se emplearon luminarias sobre postes de 9 m. de altura con fotocelda solar para su automático funcionamiento, de igual forma en el alumbrado bajo puente se empleó el mismo sistema de prendido automático, quedando las luminarias sujetas en los diafragmas de concreto.

El uso que se le dió al área bajo puente es de estacionamiento público, teniendo una capacidad de 240 cajones, así como de áreas verdes protegidas estas en su perímetro con malla ciclónica.

Las banquetas y guarniciones necesarias se construyeron principalmente para el paso de peatones y para el confinamiento adicional del área bajo puente.
Se repavimentó ambas laterales de Francisco del Paso y Troncoso en la zona aledaña de construcción del puente, siguiendo el proceso de fresado y sobrecarpeta.

III.1.2 Especificaciones de Análisis y de Diseño

Reglamento de Aplicación

Se diseñará de acuerdo al reglamento de Construcciones AASHTO y al reglamento del Distrito Federal 1987 (RCDF-1987), cuando sea aplicable.

- Se considera que la estructura se clasifica dentro de las construcciones del grupo A, según el RCDF-1987.
- Constantes Sísmicas.

La estructura se ubicará dentro de la zona de lago (Zona III), por lo que el coeficiente que le corresponde es:

$$C = 1.5 \times C_0 = 0.60$$

- Factor de ductilidad que se toma para ambas direcciones, (sentido x , y) es:

$$Q = 2.00$$

- Desplazamientos permisibles de la estructura.

$$\text{Desplaz. permisible} = 0.012$$

- Concreto (constantes de cálculo)

CONCRETO	CIMENTACION	COLUMNA Y CAPITEL
CONSTANTES	$f_c = 250 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$	$f_c = 300 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
f_c	200	240
f_c	170	204
E_c	221350	242487
G	88544	96995
$P_{\text{mín.}}$	0.002635	0.002887
$P_{\text{máx.}}$	0.014286	0.017143
n	$E_c (250) / E_c (400)$	$E_c (400) / E_c (300)$
n	0.79	1.15

Trabes

$P_c = 400 \text{ Kg/cm}^2$

$E_c = 280000 \text{ Kg/cm}^2$

$G = 112000 \text{ Kg/cm}^2$

- Acero de Refuerzo

$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

$E_s = 2000000 \text{ Kg/cm}^2$

- Pesos Específicos

CONCEPTO	PESO ESPECÍFICO (Kg/cm ³)
Concreto Armado	2.40
Suelo Existente	1.60
Suelo de Relleno	1.60

- Recubrimientos Libres

CONCEPTO	RECUBRIMIENTO (cm)
Cimentación	5
Columna	3
Cabezal	3

- Cargas Unitarias

- Carga Muerta

Guarnición	2.4 Ton/m
Parapeto	1.0 Ton/m
Faja separadora	2.4 Ton/m ²
Carpeta asfáltica	2.2 Ton/m ²
Firme	2.4 Ton/m
Adicional (según el RCDF-1987)	0.02 Ton/m ²
Peso propio (Trabe, Capitel, Columna)	2.4 Ton/m ³

– Carga Viva

Clases de cargas vivas a considerar

1) Carga de un Camión HS-20

P1= 14.53 Ton

P2= 14.53 Ton

P3= 3.63 Ton

D1= 4.27 m

D2= 4.27 m

W= 0.953 Ton/m

Pv= 11.80 Ton

Pm= 8.17 Ton

2) Carga de un Camión T3-S3

P1= 7.50 Ton

P2= 7.50 Ton

P3= 7.50 Ton

P4= 9.00 Ton

P5= 9.00 Ton

P6= 5.50 Ton

D1= 1.20 m

D2= 1.20 m

D3= 4.25 m

D4= 1.20 m

D5= 3.50 m

Carga de un Camión T3-S2-R4

P1= 9.00 Ton

P2= 9.00 Ton

P3= 9.00 Ton

P4= 9.00 Ton

P5= 9.00 Ton

P6= 9.00 Ton

P7= 9.00 Ton

P8= 9.00 Ton

P9= 5.50 Ton

D1= 1.20 m

D2= 4.25 m

D3= 1.20 m

D4= 3.20 m

D5= 1.20 m

D6= 4.25 m

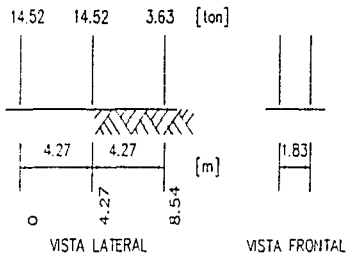
D7= 1.20 m

D8= 3.50 m

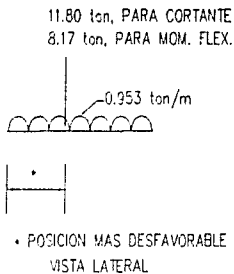
La carga viva se deberá considerar el impacto y la distribución de la carga en el sentido transversal del puente. El impacto se expresa como un porcentaje de 0.24.

El reparto transversal de la carga viva se hace para obtener la carga máxima que pueda tomar cada una de las traves longitudinales (ver figuras III.1.2a, III.1.2b y III.1.2c).

CLASES DE CARGAS: POR CARRIL



CAMION HS-20

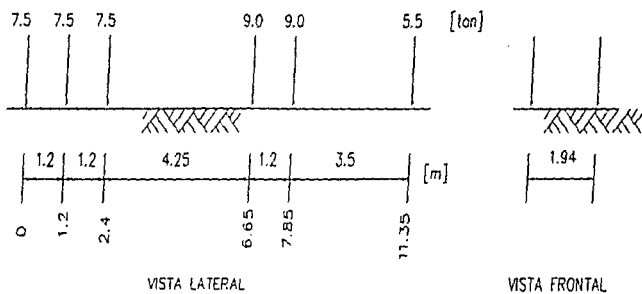


CARGA DE LINEA HS-20

Figura III.1.2a

CLASES DE CARGAS:

POR CARRIL



CAMION T3-S3

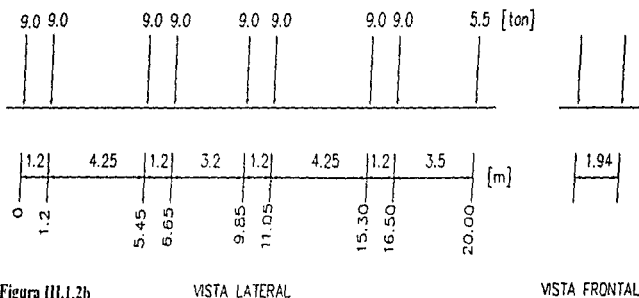
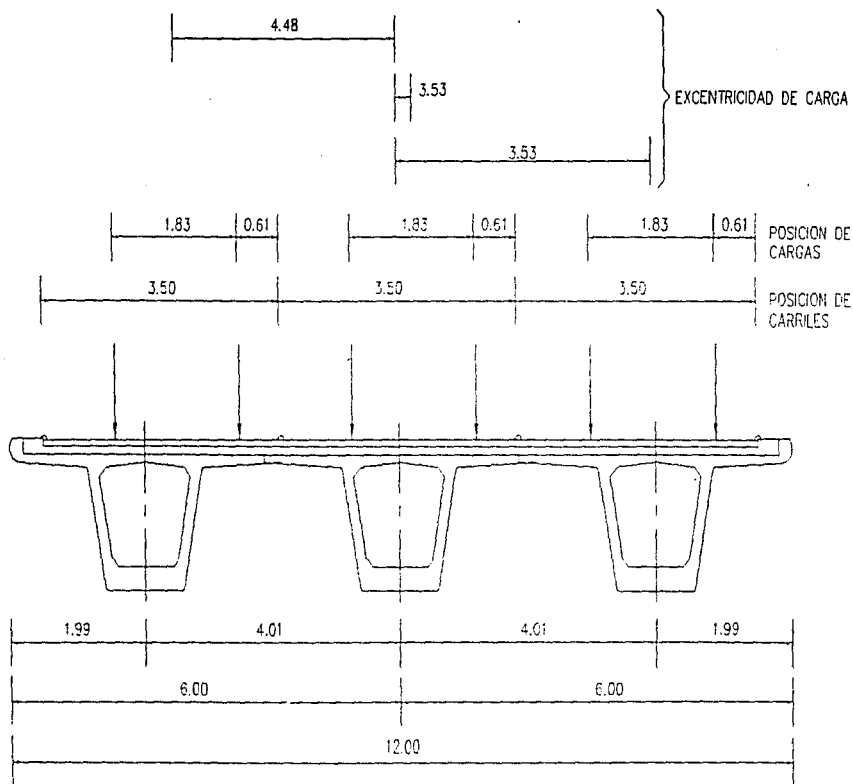


Figura III.1.2b

VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL

CAMION T3-S2-R4



CARGA VIVA excentricidad max.

SENTIDO TRANSVERSAL

Figura III.1.2b

III.2.- Estudio Topográfico Urbano

III.2.1 Ejes de Trazo

Se determinó y se situó en campo los ejes de trazo del proyecto geométrico en planta, para lo cual fue necesario obtener primeramente una serie de secciones de control a cada 50 m., consistiendo en un levantamiento con cinta de las secciones existentes de las calles o avenidas en donde se alojaron estos ejes, respetando en lo posible el proyecto geométrico en estudio.

En la planta que contiene el proyecto geométrico, se indicaron puntos obligados (P.O), en parámetros perfectamente definidos, los cuales no se afectaron por demoliciones. Dichos puntos se localizaron en las aceras de la Av. Francisco del Paso y Troncoso y del Eje 3 Sur marcándose con pintura y clavos de acero.

Para fines de trazo se consideró que la cuerda C, tiene la misma longitud que el arco L., para minimizar el error se tomaron cuerdas de 20 m. en cuerdas con grado de curvatura $G^{\circ}=8^{\circ}$, de 10 m. en curvas con grado de curvatura $8^{\circ} < G < 22^{\circ}$ y de 5 m. en curvas con grado de curvatura de $22^{\circ} < G < 62^{\circ}$.

En el trazo efectuado en campo quedó cerrado angular y linealmente, abarcando el cálculo de las coordenadas de los puntos requeridos en el proyecto con la tolerancia correspondiente.

Obtenido el eje de trazo, se procedió a la realización de los cadenamamientos, los cuales se realizaron con cinta, tanto en tangentes como en curvas horizontales. El cadenamamiento quedó referido al eje de trazo, en virtud de que al iniciarse el proyecto de rasantes, son de importancia.

Las referencias del eje de trazo son los puntos de inflexión (P.I.), puntos de principio de la curva (P.C.) y puntos de término de curva (P.T). Debido a que entre dos curvas sucesivas existía una tangente larga del orden de 500 m., el eje se referenció a cada 250 m. Todos los puntos tuvieron tres puntos de referencia con ángulos y distancias a parámetros que no sufrieron afectaciones, o bien, cuatro puntos en zonas características del lugar. Debido a que la obra es un puente vehicular y se emplearon pilotes, cajones de cimentación, estribos, terraplenes, columnas, traveses prefabricadas en la superestructura, se requirió hacer el trazo tanto transversal como longitudinalmente.

Los ejes longitudinales, fueron los ejes de cada cuerpo del puente y la localización de los puntos fueron para el hincado de los pilotes, los ejes transversales fueron los ejes de columnas y de los estribos, para su localización se obtuvo referenciando el eje y calculando las coordenadas de cada uno de estos elementos, haciendo referencia a los ejes más importantes (ejes de columna, ejes de muros estribos) de la obra.

III.2.2.- Bancos de nivel

Los bancos de nivel (B.N.) son puntos fijos en parámetros referidos al nivel del mar. Los bancos empleados para la construcción del puente vehicular Eje 3 Ote.-Viaducto quedarán referidos al nivel del mar en base a los bancos de situados por el Departamento del Distrito Federal. El banco de nivel utilizado fue el ubicado en el Peñon de los Baños que está a 2,257.703 m. sobre el nivel del mar. En la obra se establecieron dos bancos de nivel que se hicieron en forma análoga a los de trazo para hacer más fácil su localización, indicando su cota tanto en campo como en el plano.

III.2.3 Nivelación y Secciones transversales

Teniendo definido el eje de trazo, cadenamamiento y establecido los bancos de niveles, se procedió a la nivelación de ambos ejes del puente vehicular, cabe señalar que a uno de estos ejes se le denominó Eje A al colindante en el sentido poniente y Eje B al correspondiente lado oriente. El seccionamiento transversal se realiza simultáneamente al seccionar transversalmente, así el área de construcción del puente se apoyó en el eje de trazo A y B, haciendo lecturas a la izquierda y derecha de cada eje. En ocasiones hubo la necesidad de apoyarse en ejes auxiliares para el levantamiento de las secciones.

Como la obra está dentro de la zona urbana, el seccionamiento transversal se realizó a cada 10 m., así mismo, se nivelaron todos los accidentes que presentó el terreno.

III.2.4 Rasante

Las especificaciones para el proyecto de rasante en el puente vehicular Eje 3 Ote.-Viaducto son las siguientes:

- a) Velocidad de proyecto sobre puente 60 Km/Hr.
- b) Pendiente máxima longitudinal 6%.
- c) Pendiente transversal 2%.
- d) Número de carriles 3 (cada sentido).
- e) Ancho de carril 3.50 m.
- f) Peso promedio de vehículos pesados 15 Ton.
- g) potencia promedio de vehículos pesados 150 HP.

Para el proyecto de rasantes, se realizó un recorrido por la zona correspondiente para ver las diferentes alternativas. El seccionamiento transversal fué útil, ya que permitió conocer los niveles del terreno natural. A consecuencia de tener que librar los dos crucesos que forma la Av. Francisco del Paso y Troncoso con el Eje 3 Sur y el Viaducto, la propuesta fué un puente elevado a causa de que cruza con el metropolitano, siendo la causa para no poder construir un puente deprimido.

III.3.- Mecánica de Suelos

III.3.1 Antecedentes

Para el diseño del puente vehicular en estudio se realizó los trabajos de exploración del subsuelo, así como los de laboratorio con la finalidad de determinar la estratigrafía del subsuelo en el sitio, y las características de resistencia y deformación de los materiales que lo conforman, y así poder determinar el tipo de cimentación más adecuada.

Los trabajos de exploración consistieron en 3 sondeos exploratorios mediante el uso de cono eléctrico, posteriormente se realizaron 2 sondeos selectivos en las que se obtuvieron un total de 18 muestras de tipo malteradas, finalmente se colocó una estación piezométrica para poder determinar las condiciones hidráulicas del subsuelo.

La zona estudiada corresponde prácticamente al área que se verá influenciada por la estructura del puente.

III.3.2 Trabajos de Campo

Como parte inicial de los trabajos geotécnicos, se realizó una visita a la zona, con el objeto de hacer un reconocimiento del área, y observar los posibles accidentes topográficos y geotécnicos superficiales existentes.

Posteriormente se procedió a realizar los trabajos de exploración con los sondeos exploratorios (SE-1, SE-2 y SE-3) mediante el uso del cono eléctrico para con ello determinar la variación de la resistencia con la profundidad en los sitios determinados (figuras 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3), la profundidad promedio de estos sondeos fué de 55 m. En los estratos donde la resistencia fué superior a la del cono se procedió a ejecutar la prueba de penetración estándar, para así obtener una idea de la consistencia o compacidad de los materiales encontrados a la profundidad explorada.

Con la información obtenida a través de los registros de cono eléctrico, se procedió a determinar el perfil aproximado del subsuelo determinando con este las profundidades de las muestras malteradas para cada sondeo las que se indican en la siguiente tabla:

SONDEO SELECTIVO

MUESTRA INALTERADA	PROFUNDIDAD	PROFUNDIDAD
	(m)	(m)
No.	SE-1	SE-2
1	3.00 a 3.90	2.00 a 2.90
2	10.00 a 10.90	5.00 a 5.90
3	15.00 a 15.90	8.00 a 8.90
4	20.00 a 20.90	11.00 a 11.90
5	26.00 a 26.90	15.00 a 15.90
6	32.00 a 32.90	23.00 a 23.90
7	37.00 a 37.90	27.00 a 27.90
8	47.00 a 47.90	32.00 a 32.90
9	---	37.00 a 37.90
10	---	45.00 a 45.90

Obtenidas las muestras se instaló la estación piezométrica consistiendo en 3 piezómetros de celda abierta, y un tubo de observación a 6 m. de profundidad. A continuación se indican las profundidades en las cuales se colocaron los piezómetros:

PIEZOMETRO	PROFUNDIDAD
No.	(m)
1	22
2	43
3	53
Tubo de observación	6

Construida la estación piezométrica, 15 días después se procedió a realizar las lecturas para determinar los niveles hidrostáticos del agua en el subsuelo, los que a continuación se indican:

PIEZOMETRO	NIVEL DE AGUA
No.	(m)
1	1.04
2	7.35
3	39.30
Tubo de observación	1.50

* Lecturas del 12 de diciembre de 1995

III.3.3 Trabajos de Laboratorio

En todas las muestras obtenidas se efectuaron los siguientes ensayos índice:

- Clasificación visual y al tacto
- Contenido de humedad natural
- Contenido de finos

En las muestras inalteradas obtenidas se realizaron además de las muestras anteriores, los siguientes ensayos:

- peso volumétrico
- compresión simple
- compresión triaxial no consolidada, no drenada
- consolidación unidimensional
- densidad de sólidos

Las gráficas y resultados de laboratorio se detallan en el anexo 1.

III.3.4 Marco Geotécnico

Estratigrafía

Basados en los resultados de los trabajos de campo y laboratorio, se estableció el marco geotécnico en el que se ubica la zona de estudio, correspondiendo a la zona III (lago) conforme a la zonificación geotécnica (figura No.4), establecida en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF-87).

En términos generales el subsuelo del área está caracterizado por la siguiente estratigrafía:

- costra superficial.

Alcanza un espesor promedio de 5.5 m, y está constituida por capas interestratificadas de limo arenoso y arena poco limosa con un bajo contenido de arcilla y materia orgánica que presentan un contenido de agua menor al 100%, peso volumétrico igual a 1.44 Ton/m³. El estrato presenta preconsolidación.

- formación arcillosa superior.

Se localiza entre los 5.5 y 45 m. de profundidad, esta integrada por arcillas de alta compresibilidad con intercalaciones de materia orgánica y fósiles intercaladas por lentes de arena y limo arenoso, resaltando en particular un estrato de arena poco limosa a 22.00 m. con un espesor de 0.50 m., a partir de los 35 m. esta formación arcillosa presenta un cierto grado de preconsolidación.

- primera capa dura.

Se encuentra aproximadamente a 45 m. de profundidad con un espesor promedio de 3 m., esta constituida por depósitos interestratificados de limo arenoso con porcentajes variables de arcillas y arcilla limosa poco arenosa. las características de resistencia aportadas por la prueba de penetración estándar dan una resistencia que va de 15 a 50 golpes. lo que da una idea de lo variable de los materiales en esta capa de suelo.

- formación arcillosa inferior.

Se observa a partir de los 48 m. y hasta una profundidad de 51 m. se encuentra constituido por una arcilla preconsolidada intercalada por lente de arena limosa y limo poco arenoso.

Sismicidad

De acuerdo al Reglamento de Construcciones de Distrito Federal el coeficiente sísmico es de 0.40 para construcciones clasificadas como del grupo B.

Las Normas Técnicas Complementarias para diseño por sismo (NTCS), indican que el periodo del suelo en el sitio es de aproximadamente de 3 a 4 segundos, en la siguiente tabla se señalan los siguientes valores de T_a , T_b que corresponde a periodos característicos de los espectros de diseño y r que es el exponente para el cálculo de las ordenadas de los espectros de diseño.

ZONA	T_a	T_b	r
III	0,6	3,9	1

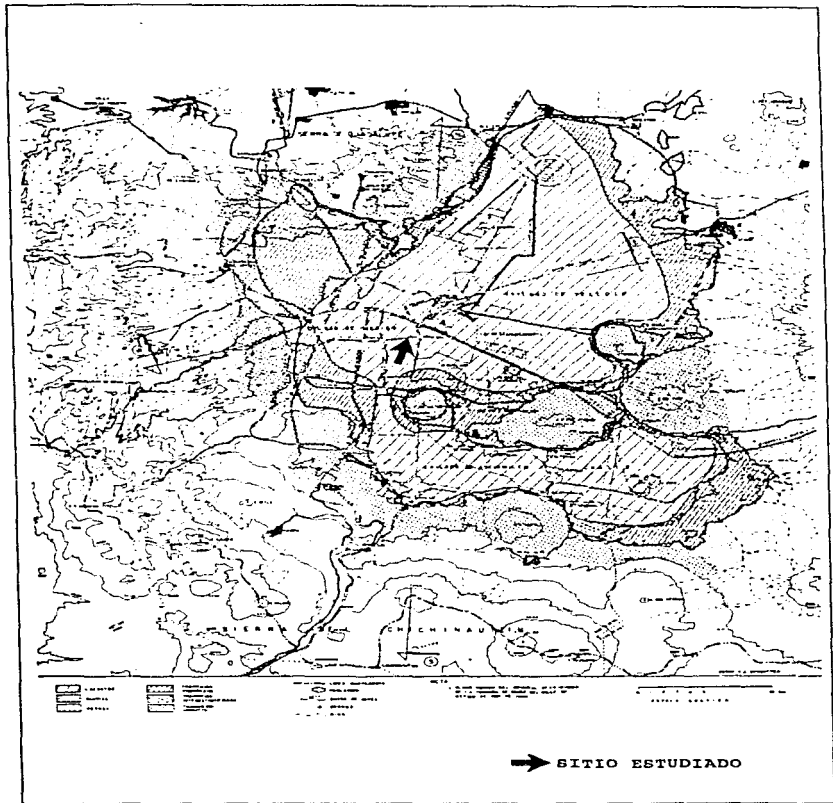


Fig. 4 Zonificación Geotécnica según el RCDF.

III.3.5 Conclusiones y Recomendaciones

- De acuerdo a la zonificación geotécnica que indica el Reglamento de Construcciones de Distrito Federal, y los resultados de la exploración realizada, el subsuelo corresponde a la zona III (lago), que se caracteriza por la presencia de materiales compresibles de espesor considerable.
- Se estima que el período de suelo se encuentra entre 3 y 4 segundos, y de acuerdo a lo que indica las (NTCS) el coeficiente sísmico (C_s) es de 0.40 para edificaciones del grupo B.
- La estratigrafía del suelo se compone por una costra superficial de 5.5 m, de espesor, bajo esta y hasta una profundidad de 45 m, se detectó una arcilla de alta compresibilidad, posteriormente se detectó la primera capa dura con un espesor promedio de 3 m., finalmente se detectaron un espesor de arcillas y limos arenosos muy preconsolidados de consistencia muy dura.
- El nivel de aguas se detectó a 1.04 m.

PIE VEHICULAR EJE 3 OTE-VIAJOSO

UBICACION EJE 3 OTE Y PLATON SANCHEZ

SONDEO SE-2 Y 55-1

NºF
FECHA

2 m
12/DICIEMBRE/95

PENETRACION ESTANDAR

CONTENIDO DE HUMEDAD
PORCENTAJE DE FINOS -----
* LL * LP

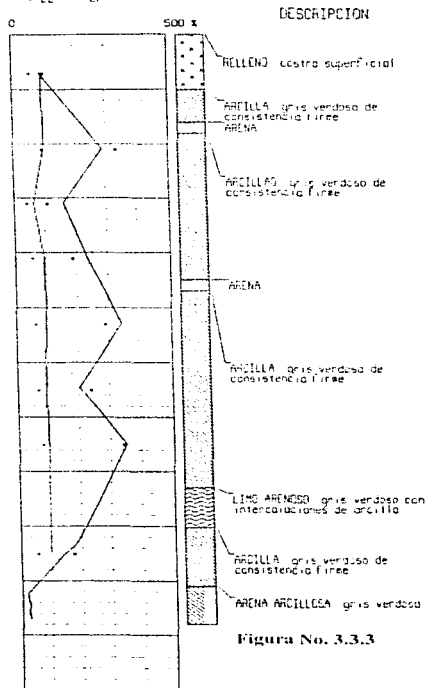
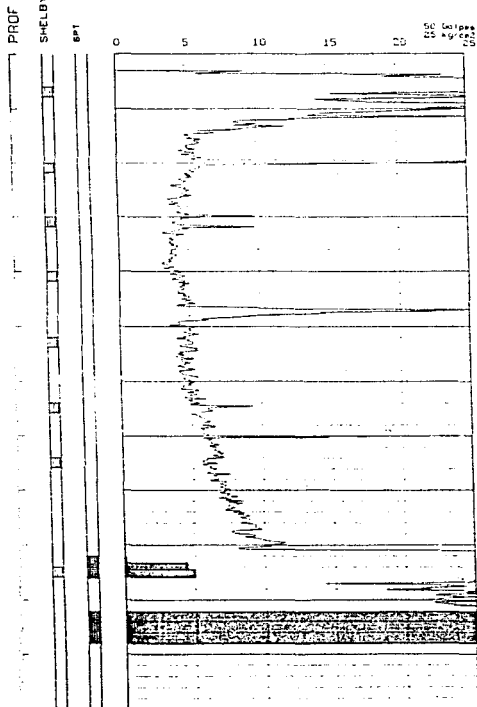


Figura No. 3.3.3

PTE. VIALCAMA EN 3 DE VIALCAMA

UBICACION

CUE 3 OTE Y EMPALME

ESCALA

SE 1 Y SE 2

Nº

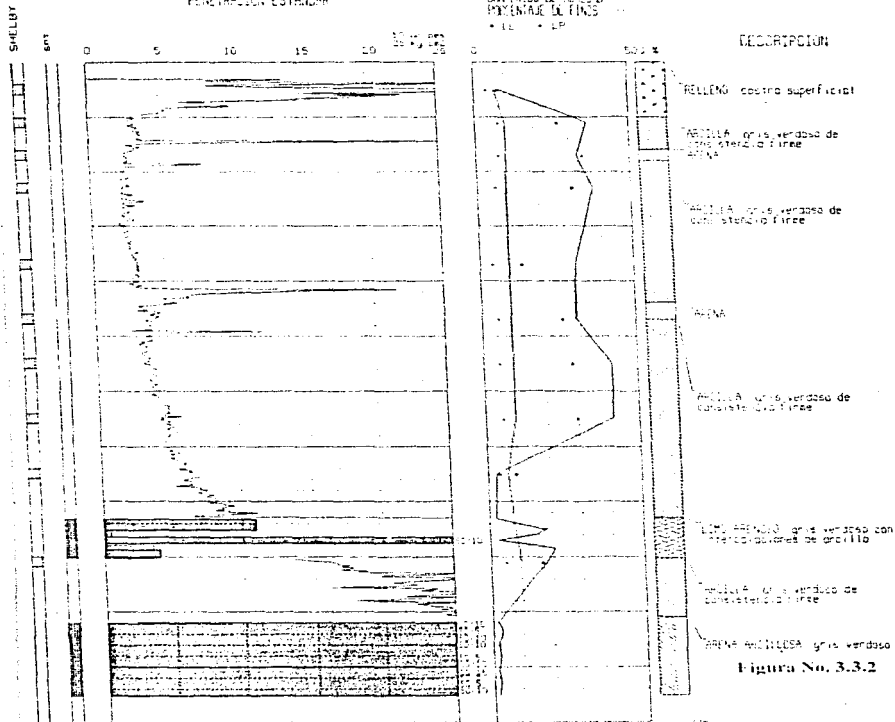
2 m

FECHA

12/NOVIEMBRE/95

PENETRACION ESTANAR

CONTENIDO DE HUMEDAD
PORCENTAJE DE FINOS
• LL • LP



PIE VEHICULAR EJE 3 OTE-VIARDO

UBICACION EJE 3 OTE Y PLATON SANCHEZ

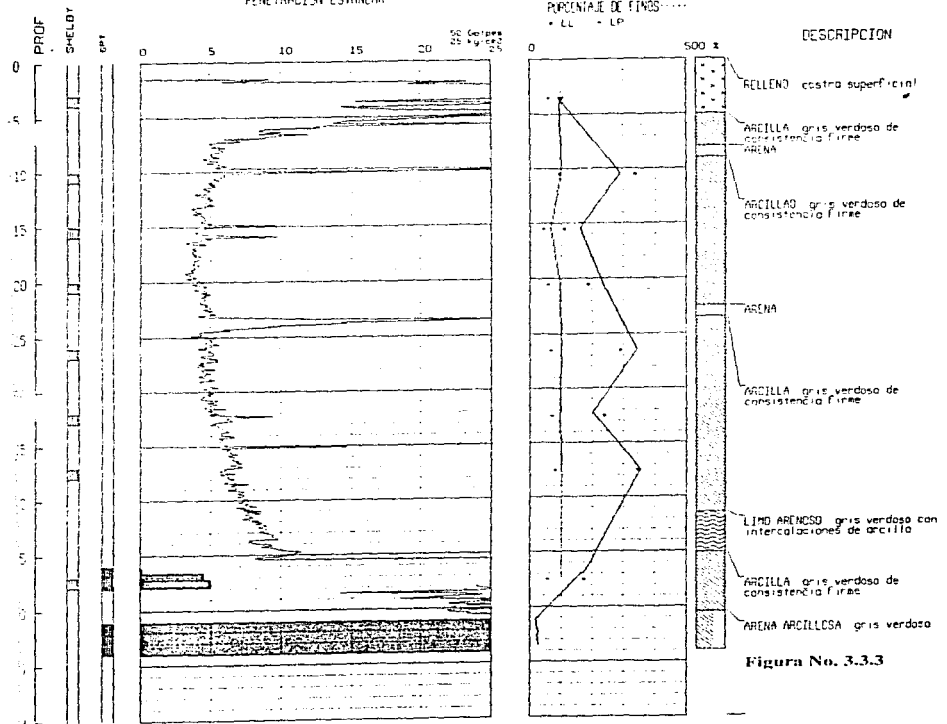
SONDEO SE-2 Y SS-1

NAF 2 m
FECHA 12/DICIEMBRE/95

PENETRACION ESTANDAR

CONCENTRO DE PUNEDOS
PORCENTAJE DE FINOS.....
• LL • LP

DESCRIPCION



III.4 Obras Inducidas

En el trazo definitivo del puente no se logró librar todas las instalaciones visibles y ocultas que se ubican sobre la vía pública en el área de influencia del proyecto. Por lo que se coordinó con las dependencias que administran y operan para su retiro, modificación o afectación parcial o total. Se detectaron instalaciones de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (D.G.C.O.H), Teléfonos de México, Compañía de Luz y Fuerza del Centro, Petróleos Mexicanos, Alumbrado Público y Sistema de Transporte Eléctrico.

Como resultado de lo anterior se crearon convenios con los organismos afectados tendientes a solucionar adecuadamente los problemas.

III.4.1 Agua Potable y Drenaje

Uno de los objetivos primordiales del puente vehicular Eje 3 Ote.-Viaducto, era librar esta última arteria así como la glorieta formada entre ambas. Coincidiendo en la zona de la glorieta el cajón de cimentación No. 5 con un cárcamo de bombeo de aguas pluviales, por lo que se optó por reubicar dicha estructura dentro de la misma glorieta pero fuera del área de influencia del cajón.

Como primera actividad, se señaló in situ la posición de los pilotes y perímetro del cajón de cimentación, con objeto de identificar las zonas de influencia con el cárcamo. Aquellos pilotes que se localizaron dentro del área del cárcamo, también se indicó su posición en la losa fondo del cárcamo.

Señalado el área del cajón de cimentación que se traslapaba con el cárcamo, se efectuó la demolición de la losa superior del cárcamo y de las estructuras que se ubican sobre ella, la demolición continuó con los muros y losas de la estructura (cárcamo) hasta 2.00 m. de profundidad por debajo del nivel de desplante del cajón de cimentación correspondiente. A la par de la demolición se excavó el terreno circundante formando taludes con una relación 0.4:1, estos no estuvieron expuestos por más de tres semanas, en caso de haberse presentado grietas longitudinales paralelas a la excavación, el talud se debió de tender hasta alcanzar una relación vertical-horizontal 1:1.

Sobre los taludes se restringió cualquier sobre carga y tráfico vehicular junto a la excavación en un ancho igual a un carril. Posteriormente se efectuó la demolición de la losa fondo conservando los muros del cárcamo, demoliéndose posteriormente únicamente los que integran las obras de cimentación.

La construcción del cárcamo consistió en colocar un tablaestacado de concreto, cuya función fué la contención del terreno durante la excavación. La excavación se efectuó en tres etapas y en cada una de ellas, se realizaron las actividades de armado y colado parcial del muro perimetral, cada una de estas actividades se detalla a continuación.

Con objeto de evitar daños a colindancias, guiar y mantener la verticalidad del tablaestacado, además de facilitar su hincado, se realizó una perforación previa de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Con los planos de construcción, se determinó los puntos donde se realizaron las perforaciones que corresponden a cada elemento.
- Las primeras perforaciones se ejecutaron en la zona más cercana al puente deprimido Viaducto Miguel Alemán, con efecto de detectar cualquier interferencia provocada por esta estructura de ser así, la posición del cárcamo debió desplazarse la distancia mínima necesaria, sobre sus ejes perpendiculares al deprimido, hasta librar la interferencia.
- La perforación se ejecutó sin extracción del material hasta el nivel de desplante de la tablaestaca con un diámetro de 20 cm. El nivel de desplante y longitud de las tablaestacas es variable y consecuentemente también lo fué la perforación.

En las tablaestacas ubicadas próximas al deprimido la perforación se efectuó hasta 5.0 m. de profundidad a partir del nivel de terreno natural. La perforación para las tablaestacas restantes se realizaron hasta 3.00 m. por debajo del nivel de terreno natural. Durante la perforación se verificó la verticalidad de esta, además de conservar las dimensiones de proyecto en toda su profundidad.

Hincado de Tablaestacas

- Durante el hincado se cuidó la integridad estructural de las tablaestacas y el correcto acoplamiento entre ellas, así como de las estructuras e instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamiento vertical y horizontal del suelo.
- Las tablaestacas estuvieron perfectamente limpias y libres de cualquier material ajeno a estas antes de proceder a hincar, no debiendo hincarse aquellas tablaestacas que presentan grietas o fisuras, o bien, presentando características diferentes a las indicadas en el proyecto.
- Para el izaje, su colocación en la perforación previa e hincado se realizó una vez que las tablaestacas alcanzaron el 75% de su resistencia de proyecto como mínimo.
- La verticalidad de las tablaestacas y el eje del martinete de hincado, se logró empleando dos plomadas de referencia, colocadas en un ángulo de 90°, teniéndose como vértice a cada tablaestaca.
- El martinete empleado para el hincado no debió ser menor a 0.3 veces el peso de la tablaestaca y la energía fué de 0.35 Kg-m por cada kilogramo de peso de la tablaestaca, la carrera del martinete se redujo al principio del hincado a manera de minimizar los esfuerzos de tensión; el martinete y su eje operaban mediante un mecanismo formado por una draga de 30 Ton. de capacidad en cuya pluma se

sujetaba el eje con el martinete y mediante el sistema de cables de la draga accionaba al martinete

- Iniciado el hincado de cada tablaestaca no se suspendió esta actividad hasta que la punta alcanzó la profundidad de proyecto, verificándose el nivel de la cabeza de la tablaestaca al momento de concluir el hincado de cada pieza y al término de cada hincado total, cerciorándose que correspondía con el hincado en proyecto. De igual forma se verificó el alineamiento.
- El programa de hincado se inició con las tablaestacas perimetrales, coincidiendo las cabezas de todas ellas con el nivel de terreno. Posteriormente se hincó la línea de tablaestacas interior (paralela al Viaducto), cuyas cabezas se localizan justo debajo del nivel de desplante de la losa que alberga a las bombas, es decir, a 3,0 m. de profundidad con respecto al nivel de terreno natural, razón por la cual el hincado de estos elementos requirió el uso de seguridad. El sentido y consecuencia del hincado de las tablaestacas se ejecuto haciendo coincidir el acoplamiento hembra con el acoplamiento macho de la tablaestaca previamente hincada como se muestra en la figura No. 3.4.2 En el hincado de la línea central de tablaestacas dio inicio a partir de la tablaestaca en forma de "I" del extremo opuesto con acoplamiento hembra.

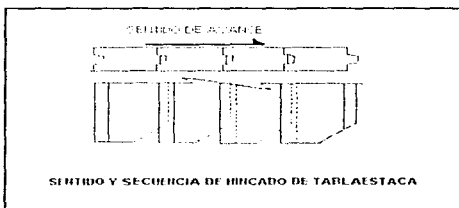


fig. 3.4.2

- Concluida la colocación del tablaestacado, en toda la longitud del espacio de la junta entre cada tablaestaca. Se limpió con un chiflón de agua y se selló mediante un inyectado de una suspensión formada de bentonita-cemento y agua en porción de 60 kg. de bentonita y 150 Kg. de cemento por metro cúbico de agua, garantizando la impermeabilidad del elemento de contención y la estanqueidad del interior por filtraciones horizontales durante los trabajos que procedieron. La desviación máxima admisible de la tablaestaca fué de 2% y el sentido vertical del 1% de la longitud total.

Excavación y Construcción del Cárcamo de Bombeo.

Confinada el área de excavación, mediante el tablaestacado, se procedió a realizarse en tres etapas, coincidiendo la profundidad de excavación de cada una por debajo de los niveles de losa que presenta la estructura del cárcamo, es decir, la primera etapa de excavación incluyendo los 4.0 m. de profundidad a partir del nivel de terreno natural, la segunda a 7.0 m. de profundidad y la última hasta alcanzar el nivel máximo de excavación 8.20 m. de profundidad.

En las dos primeras etapas se construyeron parcialmente los muros de la estructura del cárcamo, colocando además una viga perimetral de rigidez, dejando en la parte interior del muro las preparaciones necesarias del armado y del concreto para su continuidad.

La primera etapa de excavación se efectuó en toda su área (4.6 X 6.6 m.) hasta el nivel de desplante de la losa donde se ubicará el equipo de bombeo y continuará hasta los 4.0 m., en la zona comprendida entre las líneas de tablaestacas interior y extrema (4.6 X 4.6 m). Alcanzado el nivel de desplante de la losa, la superficie en la zona próxima al Viaducto (4.6 X 2.0 m.) se retiró el material existente supliéndolo por tepetate compactado al 85% AASHTO estándar, colocándose una plantilla de concreto pobre $f'_c=100 \text{ Kg/cm}^2$ de 5 cm. de espesor. (ver figura No. 3.4.3).

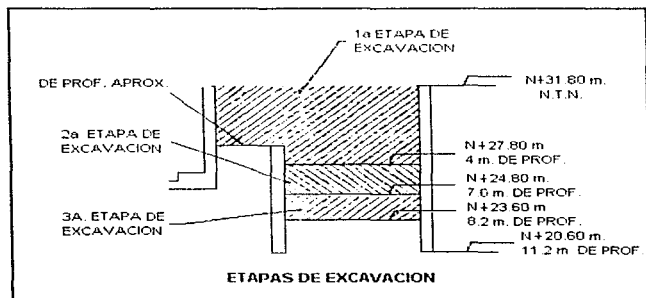


Fig.3.4.3

Antes de continuar con la segunda etapa de excavación se armó y coló el muro perimetral del cárcamo hasta la profundidad excavada, así como la losa sobre la plantilla, dejándose las preparaciones necesarias para su continuidad. Fraguado el concreto se colocó la viga de refuerzo perimetral a los 3.20 m. de profundidad. (ver figura No.3.4.4).

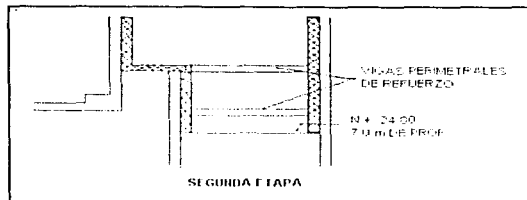


Fig. 3.4.4

La segunda etapa de excavación se realizó hasta los 7 m. de profundidad, donde se continuó con el armado y colado de los muros, colocando además, otra viga de refuerzo perimetral a los 6.20 m. de profundidad. (ver figura No.3.4.5).

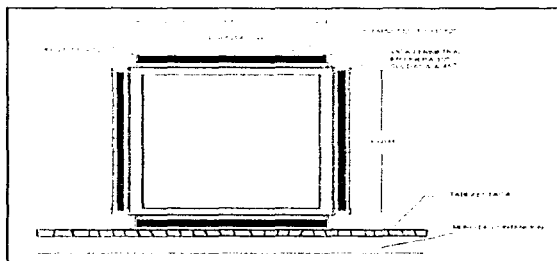


Fig. 3.4.5

En la última etapa se alcanzó la profundidad de desplante de la losa de fondo del cárcamo (8.20 m. de profundidad); en los 30 cm. últimos antes de alcanzar el nivel antes referido, la excavación se realizó con herramienta manual evitando el venido del suelo de desplante. Inmediatamente alcanzada la profundidad máxima de excavación, se afinó la superficie y se colocó una plantilla de concreto pobre $f'_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ con espesor de 5 cm. Alcanzado el fraguado inicial, se colocó el armado de la losa de fondo dejando las preparaciones necesarias para unir estructuralmente esta con el muro perimetral (muñón). Estos trabajos se efectuaron en un plazo de 48 horas para evitar el abudamiento del terreno, las presiones

horizontales ejercidas por el empuje hidrostático y las ejercidas por las capas del suelo. El colado de los muros en cada nivel fué monolítico y en una sola etapa; existiendo juntas frías, sólo en la interfase de estos entre un nivel y el siguiente. En los colados de los muros en las primeras dos etapas se dejaron las preparaciones necesarias para el colado de las losas, traveses y vigas de apoyo, para las rejillas, así como entre el colado de un muro y el siguiente se aplicó un sello a base de bentonita y cemento con proporción: 60 Kg. de bentonita y 150 Kg. de cemento por cada metro cúbico de agua.

Concluido los muros de confinamiento del cárcamo, así como la losa fondo, se continuó con la construcción de los elementos restantes de la estructura del cárcamo (terminación de la losa donde se ubicarán las bombas, losa tapa y traveses).

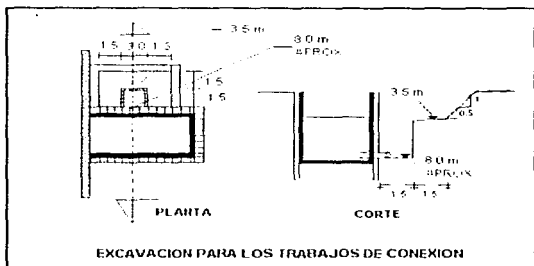
Alcanzado el concreto el 80% de su resistencia se quitarán las vigas perimetrales de confinamiento. Los elementos constituyentes del concreto empleados para el cárcamo están diseñados para soportar el deterioro del agua en el nivel fríasico, el cual está constituido por gran contenido de sales.

Conexión

La conexión entre el cárcamo y la tubería de descarga, se realizó mediante una excavación en dos etapas, auxiliándose de un sistema de contención temporal a base de polines y tablonés, la profundidad máxima de la excavación fué de 8.00 m. Como primera actividad se ubicó sobre la superficie la proyección de la zona donde se efectuó la excavación, con dimensiones de 3 x 3 m; realizándose la primera excavación hasta una profundidad de 3.5 m. con taludes, cuya relación vertical-horizontal fué de 1:0.5, la segunda etapa de excavación se realizó hasta una profundidad de 8.0 m. en la cual se encuentra la tubería.

Al nivel en el cual se encontró la tubería, se efectuó una demolición parcial de la tablaestaca y muro del cárcamo. Las dimensiones de esta perforación fueron las mínimas necesarias para efectuar la conexión (ver croquis 1). Concluidos estos trabajos se rellenó la excavación; el relleno fué con material producto de la excavación desde el nivel máximo hasta los 3.5 m. de profundidad y el restante hasta el nivel de terreno natural con material limo-arenoso (tepetate) compactado al 90% de la prueba AASHTO estándar en capas de 20 cm. de espesor y obteniéndose un valor relativo de soporte de 20% como mínimo.

Siguiendo estas mismas especificaciones se hicieron todos los rellenos. Posterior a la conexión se trajo y se instaló el equipo de bombeo, así como la construcción de una caseta de operación en donde se encuentra alojado el equipo y sistema de operación.



Croquis 1

III.4.2. Teléfonos de México

Dentro del trazo del puente se localizaron dos canalizaciones de telefonía, la primera, ubicada en el Eje 3 Sur Av. Morelos y Francisco del paso y troncoso, la segunda canalización se ubicó en la calle Aníbal con la Av. Francisco del Paso y Troncoso ambos cruzan transversalmente el eje longitudinal del puente. Los ductos tienen una sección de 30 x 30 cm. de concreto, cada ducto a su vez esta formado por 16 vías. La canalización existente de Telmex se encontrará en un sólo elemento como paso previo al colgante.

Los ductos de fibra óptica de Teléfonos de México, cruzan el cajón de cimentación N-10 y el aireplén sur, por lo que se colganteó durante el proceso de construcción, el colgante se hizo mediante tensores de acero, los cuales a su vez estaban sujetadas en ambos extremos a un perfil OR de 4", estos descansaban en el extremo superior sobre dos perfiles IPR de 14" de peralte, los cuales van paralelos y salvando todo el claro, descansando en ambos extremos sobre una cama de polines. Los perfiles OR sujetaban el encofrado y lo confinaban como lo muestra la figura 3.4.6.

El desarrollo del procedimiento constructivo se realizó de la siguiente manera:

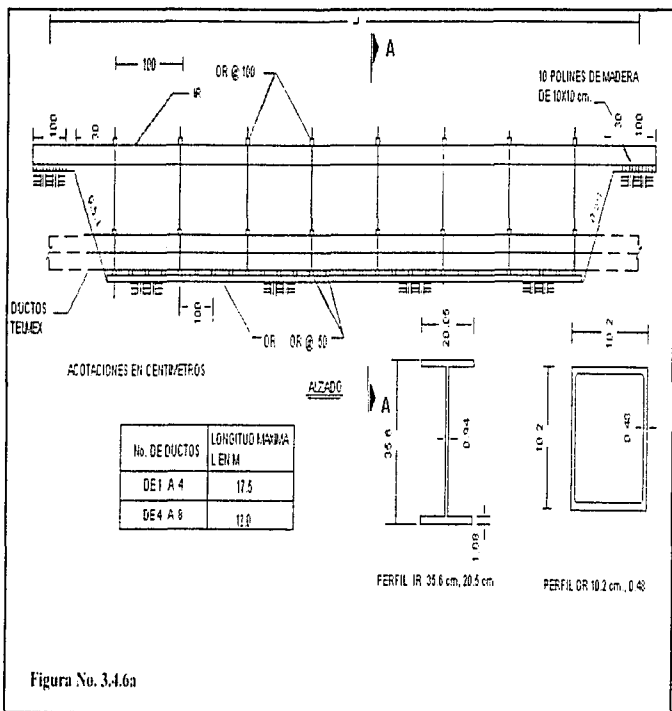
- Se realizaron catas en el lugar de trabajo para detectar la trayectoria real de los ductos de Telmex.
- Definida la trayectoria de los ductos y para poder efectuar el puenteo del mismo, Telmex procedió al encoframiento de los ductos, terminado este proceso, se colocó la cama de polines sobre la que se apoya la trabe metálica, estos elementos se apoyan directamente sobre el terreno natural en el hombro del talud de la excavación y a un mínimo de 50 cm. del borde del talud.
- A continuación se inició la excavación a partir del terreno natural hasta alcanzar el nivel de desplante del ducto, una vez alcanzada esta profundidad se suspendió momentáneamente el proceso, con la finalidad de iniciar la excavación de pequeñas zanjas perpendiculares al eje del ducto.

Las zanjas tenían las dimensiones y la separación necesarias que permitían la rigidez de la estructura y la colocación de los perfiles de soporte (perfil OR) tal como se indica en la figura No. 3.4.6. El orden de la ejecución de las mismas fue en forma alternada.

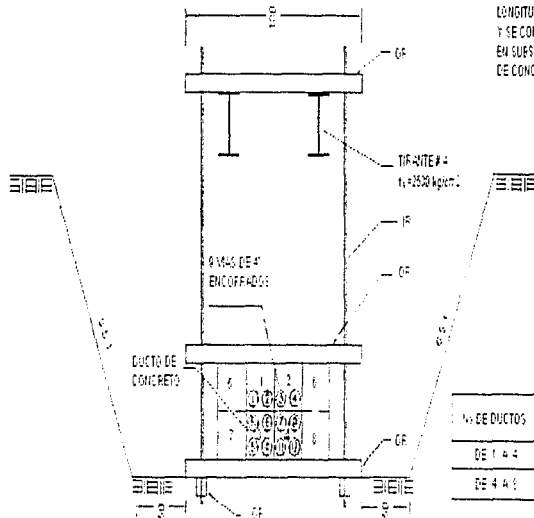
Concluidas las zanjas se colocaron en el interior de estas los perfiles estructurales de acero (perfil OR) con una separación de 50 cm., colocados los perfiles OR se procedió a la colocación de los tirantes de acero, teniendo especial cuidado en el contacto de estos, con el banco de ductos que se realizaron a través de los perfiles OR.

Realizando el puenteo del banco de ductos se continuó con el proceso de excavación, hasta alcanzar el nivel de desplante del cajón o del aireplén.

Terminada la construcción del cajón de cimentación y/o el aireplen, se procedió a retirar la estructura del colgante y se relleno el espacio libre de la cimentación y del lecho bajo la canalización encontrada con arena fina y seca cuyo tamaño máximo fue la malla No. 4 (gravilla) con una densidad relativa del 85% y un contenido de finos máximo del 5%. La arena se colocó en capas de 20 cm. (mínimo) de espesor, acomodandolas mediante varillas para evitar espacios vacíos.



ACOTACIONES EN CENTIMETROS



COLGANTES PARA DUCTOS TELAS:
NÚMERO DE DUCTOS MAÑADO = 4
LONGITUD A SALVAR 17.5 M
Y SE CONSIDERAN 12 VARAS DE P.C.
EN SUSTITUCIÓN DE 4 DUCTOS
DE CONCRETO.

CORTE A-A

Figura No. 3.4.6a

III. 4.3. Compañía de Luz y Fuerza del Centro

Se realizaron trabajos de localización de líneas subterráneas sobre el Eje 3 Sur para dar paso a los trabajos de obra civil del Puente vehicular, colocándolas aéreas.

III. 4.4. Petróleos Mexicanos

Los cajones de cimentación sobre los que se apoyaron los dos cuerpos del puente se encuentran ligados entre sí con traveses de rigidez. Estos elementos pasan por debajo de un par de tuberías de PEMEX que corren a lo largo del eje del puente. Para la construcción de las contratraveses las tuberías se resguardaron de acuerdo al siguiente procedimiento: Como primera actividad se trazo in situ la trayectoria de las tuberías y el área de las excavaciones que alojan a las contratraveses. Posteriormente se realizó una excavación en toda la longitud necesaria, en donde la construcción de las traveses de liga cruzarían perpendicularmente a los ductos con un ancho mayor a 1 m. a cada lado del paño exterior de las tuberías y manteniendo un talud cuya relación vertical fue 1:0.3. Cabe señalar que los dos ductos tienen una trayectoria paralela con una separación entre ambos de 20 cm y cuyas dimensiones son de 12" y 8" de diámetro en el sentido longitudinal, la excavación tuvo dos longitudes en función del ancho de las contratraveses de liga las cuales son de 0.76 m y de 0.40 m, por lo que las longitudes de excavación fueron de 2.16 m y 1.80 m respectivamente.

Concluida la excavación se realizó el encofrado de los ductos en sus cuatro lados con madera de 1/2" de espesor sujetando con estribos de 1/2" de diámetro colocándolos a cada 50 cm; estos elementos se colgaron de una viga IPR de 12" quedando perfectamente tensados los estribos, a su vez, la viga se apoyó sobre vigas colocadas transversalmente de iguales características a la colocada longitudinalmente. El interior del encofrado se relleno con arena hasta una altura igual a la mitad de la tubería de mayor diámetro. (Ver figura 3.4.7). Concluido perfectamente el encofrado de madera se efectuaron las actividades correspondientes a la excavación y construcción de las contratraveses de liga, al término de todos los trabajos de construcción de las contratraveses de liga se efectuó el retiro del encofrado y estructura de sustentación, aplicando una protección mecánica a las tuberías a base de fibra de vidrio y una solución a base de alquitrán conforme a las especificaciones de PEMEX.

Aceptada la protección mecánica por los técnicos responsables de PEMEX, se realizó el relleno hasta alcanzar el nivel de terreno natural (N.T.N) en capas de 20 cm de material limo-arenoso (tepetate), al 90% de la prueba Proctor.

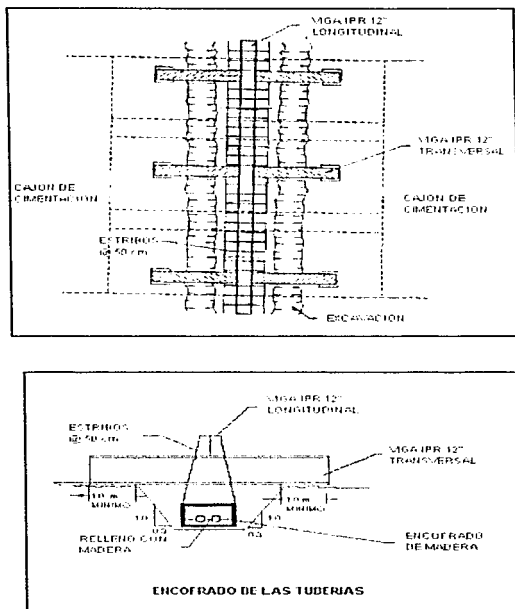


Fig. 3.4.7

III.4.5. Alumbrado Público.

Debido a que el puente vehicular en proceso de construcción esta sobre un eje vial, y este esta conformado a su vez de dos arroyos centrales en ambos sentidos de circulación con sus respectivas laterales, separados ambos arroyos y sus laterales mediante camellones que suman un total de tres arroyos; sobre los camellones laterales se encuentra las unidades de

soporte múltiple en las cuales se alojan el alumbrado público por lo que a causa del trazo del puente fueron retiradas, ya que invadían ambos camellones.

El alumbrado fué sustituido ya culminada la obra por el alumbrado sobre puente y bajo puente el cual se describe en el capítulo IV.3 inciso IV.3.4

III.4.6. Afectaciones.

Una vez que se determinó el trazo de eje de la obra, se empezó a planear la forma en la cual se confinaría las áreas de trabajo de tal manera que no se debería de interferir en lo mínimo posible con el tránsito vehicular, proporcionando a la vez seguridad a la ciudadanía.

El confinamiento de la obra se realizó mediante una barda (tapial) perimetral construida a base de lámina pinto y postes de línea de sección cuadrada, las dimensiones de este tapial fueron a todo lo largo de la obra y con una altura de 2,30 m. y una modulación de 3 m. Como protección adicional se colocaron dovelas de concreto armado en los cruces de Viaducto y Eje 3 Sur para evitar daños al confinamiento debido al alto índice vehicular.

De acuerdo a lo anterior fué necesario cerrar los arroyos centrales en ambos sentidos del Eje 3 Oriente, desviando la circulación de automóviles hacia las laterales, así también, mediante el uso de señalización de protección de obra colocado en las cercanías a la zona de obra a manera de orientar al conductor para utilización de vías alternas, para evitar el punto de conflicto. Las Vías alternas utilizadas fueron Eje 2 Oriente, Río Churubusco, Eje 1 Sur, Eje 2 Sur y Eje 4 Sur.

Por otra parte a los usuarios del servicio público el cual circula por el Eje 3 Oriente y Eje 3 Sur resultaron afectados por los trabajos habiendo pérdida de horas hombre en los lapsos de mayor tráfico.

III.4.7. Sistema de Transporte Eléctrico

Paralelo al trazo del puente vehicular Eje 3 Ore.-Viaducto, existe infraestructura del transporte eléctrico específicamente una línea de trolebús cuya ruta es Viaducto-Puente Negro. Cabe señalar que se hizo el bandeo del cableado y se retiraron las unidades de soporte múltiple hacia las laterales ya que anterior a la construcción del puente toda esta infraestructura estaba situada en el arroyo central sobre el primer carril.

Dichos bandeos se realizaron desde que se realizó el confinamiento de la obra y de los trabajos tendientes de movimientos como postes, unidas de soporte múltiple y cables, los realizó el Sistemas de Transporte Eléctrico.

La manera en la cual se hicieron dichos movimientos fué el siguiente:

- Colocación de postes con banderas, denominadas unidades de soporte múltiple, colocadas sobre el Eje 3 Ote.
- Suspensión de energía eléctrica.
- Bando de cables a los postes y unidades de soporte múltiple colocados sobre las laterales.
- Tensado del cable, colocando retenidas.
- Suministro de energía eléctrica
- Retiro de postes, unidades de soporte múltiple y de retenidas.

Conforme continuo el proceso constructivo del puente vehicular no hubo interferencias por parte de la infraestructura de Transportes Eléctricos hasta cuando inició el montaje de traveses, ya que obstruía las maniobras de las grúas durante el izaje de las traveses particularmente las que colindaban con la lateral de Francisco del Paso y Troncoso. Por lo que durante las jornadas nocturnas de montaje fue necesario el bando, únicamente del cableado y la transferencia de las retenidas de los cables previa interrupción de la energía.

Estos trabajos únicamente se pudieron realizar de las 12,00 hrs. P.M. a las 5:00 hrs. A.M. previa autorización de la dependencia.

El procedimiento consistía de la siguiente manera:

- a) Interrupción del Suministro de energía eléctrica.
- b) Bando de cables y retenidas, colocándolas sobre los brazos de los postes fuera del alcance de las maniobras de las grúas.
- c) Concluido el montaje de las traveses, de nueva cuenta el cableado se colocaba en su sitio, se tensaba, colocaban retenidas e inmediatamente se energizaban las líneas.

IV.- CONSTRUCCIÓN

IV.1 Cimentación

IV.1.1 Descripción General

Del estudio de Mecánica de suelos se obtuvo que las condiciones del suelo superficial no eran apropiadas para permitir el uso de una cimentación poco profunda, del tipo de las más usualmente conocidas como son las zapatas aisladas, zapatas corridas y las losas de cimentación.

En tal caso fue necesario buscar el estrato de apoyo más resistente a mayores profundidades; a veces estos no parecen a niveles alcanzables económicamente y es preciso utilizar como apoyo los estratos blandos y poco resistentes de que se dispone, contando con los elementos de cimentación que distribuyan la carga en un espesor grande de suelo. Ante tal situación es importante mencionar que los problemas económicos y constructivos juegan un papel importante en la elección, diseño y construcción de una cimentación profunda.

Por las condiciones existentes de la zona se determinó el uso de pilotes, teniendo como parámetros el tipo de estructura y las condiciones actuales y futuras. El transmitir las cargas de la estructura a través de un espesor de suelo blando hasta un estrato de suelo resistente, que garantice el apoyo adecuado era viable pero condicionándolo a los hundimientos regionales. Este quedaría soportado en un estrato resistente pero el contorno estaría sujeto al proceso del fenómeno visual de emergimiento. Sin embargo el de transmitir la carga al espesor de suelo blando utilizando para ello la fricción lateral que se produce entre el suelo y el pilote, y dejando este a un espesor que permitiera tener una vida útil, logrando tener menos efectos en contra de un tiempo relativamente corto.

Estos elementos de juicio permitieron decidir que estas condicionantes marcaran el tipo de cimentación y de pilote. Todo el puente está apoyado sobre pilotes de fricción, el peso de la estructura se trata también de compensar con cajones de cimentación, que a su vez soportan las columnas que reciben a las traveses y la superestructura.

IV.1.2 Construcción de pilotes

La sección transversal del pilote de fricción es cuadrada de 40 cm., tiene una punta de 20 cm. de longitud; empieza con un ancho de 40 cms. y termina con 10 cms. La longitud total del pilote es de 33.5 m., construido en dos tramos, cabeza y punta.

La punta es de 17 m. y la cabeza de 16.5 m, para unir ambos tramos se deja en los extremos placas de acero de 3/4" anclada al cuerpo del pilote, la placa de la punta es de 40 X 40 cm. y la de la cabeza es de 35 cm. para poder alojar a la soldadura en el momento de unir ambas piezas.

Se optó por fabricar los pilotes en obra aprovechando que cuenta con espacio suficiente, los colados de los pilotes se llevaron a cabo en posición horizontal, monolíticamente y de manera continua, utilizando el terreno natural como base. Para desplantar la plantilla de colados con un espesor de 10 cm. de concreto pobre $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$. En la obra se contó con seis camas de colados (tongas) en cada una se alojaron un total de 52 pilotes que se distribuyeron en cuatro tongas con 13 pilotes cada una, hasta lograr un total de 640 pilotes cada cama tenía 3.4 m. de largo por 5.50 m. de ancho.

Los moldes y/o cimbras para el colado de los pilotes fué de triplay de pino rigidizado con ángulos metálicos perimetrales y transversales, teniendo dos dimensiones estandarizadas, una de 2 m. de largo por 40 cm. de ancho y otra de 1.8 m. de largo por 40 cm. de ancho. La cimbra se colocó de manera continua dentro de la cama de colados interrumpiéndose a 16.5 m. ya que es la dimensión de la punta del pilote y continuando con 17 m. longitudinales para construir la parte restante de los pilotes. De esta manera se dio forma a los pilotes colocando finalmente un molde metálico a manera de tapa en los extremos para dar conformación al paralelepípedo con la diferencia en un extremo en donde el molde tapa tenía forma de pirámide truncada con los dimensiones anteriormente señaladas.

El colado de los pilotes se realizaba en dos etapas por cada estiba. Primeramente se colaban siete pilotes, en forma discontinua. Ya fraguado el concreto se procedía a descimbrar para colar los pilotes restantes, utilizando como cimbra las piezas ya realizadas; usando este mismo procedimiento de uso de cimbra, se colaban las tres estibas restantes. Los vértices de los moldes eran achafalladas para dejar achafalladas las aristas, se emplearon chafalanes de 2 cm. después de cada uso y antes de un nuevo colado, la cimbra recibía un mantenimiento constante (limpiar el área de contacto, reparación en caso de requerirla, alineamiento y engrasado de la superficie del molde).

Cada pilote teniendo como punto de referencia el centro de la sección; en la parte de la cabeza del pilote y el centro de la punta del mismo, no debiera de exceder de 5 mm por cada 7 m. de longitud del pilote, siendo la desviación máxima permisible.

El acero de refuerzo empleado tiene un esfuerzo de fluencia de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ usando 8 varillas de $\frac{1}{2}$ " en el refuerzo principal sentido longitudinal; transversalmente se habilitaron estribos y zunchos (acero helicoidal de 3.8") en el primer metro de los extremos de las partes del pilote con una separación de 10 cm. en estribos y para el paso del zuncho empleado en la sección superior detallada fué de 7 cm., en la longitud restante la separación de los estribos fué de 20 cm.

Para realizar los ganchos de izaje de los pilotes se usa varilla de 1" en forma de "U" que llega hasta el acero de refuerzo y se hacen dos dobleces en ambos lados paralelos al mismo y sale a la superficie formando una semicircunferencia con un radio de 20 cm. Estos ganchos de izaje fueron colocados en un total de dos piezas, a un tercio de la longitud de cada parte del pilote.

El recubrimiento mínimo para lograr la posición y protección correcta del acero ante el intemperismo en los armados fué de 5 cms. que se logró mediante bloques de concreto pobre de igual dimensión al recubrimiento solicitado en proyecto.

Para unir las partes del pilote que consiste en dos (cabeza y punta) se logró dejando empotrado en el extremo de cada una, una placa de acero $f_c=3600 \text{ kg/cm}^2$ con las dimensiones y procedimientos antes mencionados.

En la construcción de los pilotes se usó concreto hidráulico estructural cuyo $f_c=250 \text{ kg/cm}^2$ dosificado en planta, en cuya elaboración, transporte, colado, compactación, acabado y curado se cumple con las especificaciones del Departamento del Distrito Federal. El revenimiento pedido por especificación de proyecto fué de 10 cm. \pm 2.5 cms. según las normas.

Para la fabricación del concreto se utilizó cemento portland tipo II; el tamaño máximo del agregado grueso fué de 3/4" de roca caliza triturada y los finos del mismo material. En algunas ocasiones al concreto se le agregó un aditivo de tipo Resistencia Rápida (RR) para alcanzar la resistencia del concreto a temprana edad.

Para poder realizar el colado, la cimbra debería de estar perfectamente confinada, el armado de acero cumpliendo con lo indicado en el plano estructural ambos bien alineados y con el recubrimiento marcado. El concreto se colocó en los moldes haciendo uso del canalón de la revoladora, en posición inclinada con respecto a la vertical, el proceso se realizó de manera continua y en una sola etapa sin interrupciones para evitar juntas colándose de 7 a 6 pilotes según sea el caso en una cama. La compactación del concreto se llevó a cabo mediante vibradores del tipo de inmersión de alta frecuencia, con la finalidad de eliminar oquedades.

Las maniobras de izaje de pilotes no se realizaron antes de los 14 días hasta alcanzar la resistencia del concreto en un 80%, el manejo de los pilotes durante los procesos de remoción y almacenamiento se hizo con la ayuda de grúas hidráulicas de 30 ton. de capacidad, auxiliándose para su transportación dentro de la obra por medio de plataformas para llevarlas al lugar de hincado.

IV.1.3 Perforación Previa

Con objeto de guiar y facilitar el hincado de pilotes además de evitar movimientos excesivos en la masa del suelo adyacente, como lo marca la especificación del proyecto, se hicieron perforaciones previas al hincado de pilotes, en materiales donde la prueba de penetración estándar no haya registrado en toda la longitud de perforación, excepto en los últimos 2 m. o en 20% de la longitud total, una resistencia mayor de 25 golpes, razón por lo cual se hizo la perforación previa al hincado de los 640 pilotes.

La perforación se llevó a cabo en los primeros 5 m. en todos los pilotes, no obstante en cada zapata y por eje longitudinal a manera de calas se efectuaron perforaciones de 25 m. a manera de verificar que durante el hincado no se fuera a dañar el drenaje profundo, que pasa paralelo longitudinalmente al puente, dichas perforaciones se realizaron dos por zapata.

Para la perforación previa se consideraron los siguientes puntos:

- 1.- Se determinó con exactitud, de acuerdo con los planos de construcción de las zapatas, la ubicación de los puntos donde se hincaron los pilotes (mismos puntos de la perforación), mediante estacas. Se procedió a realizar una perforación a 25 m. para verificar que no hubiera contacto de los pilotes con el túnel del drenaje profundo.
- 2.- El equipo tuvo la capacidad suficiente y la herramienta adecuada, para realizar una perforación cuyas dimensiones sea el 70% del área transversal del pilote de tal modo que la perforación quede inscrita en la sección del pilote, con una tolerancia de ± 2.5 cms. (ver figura No. 4.1.3.1).
- 3.- Durante la perforación se verificó la verticalidad de ésta, además de conservar las dimensiones de proyecto en toda su profundidad.
- 4.- La perforación guía se realizó hasta una profundidad de 5.0 m. con extracción de material en todos los pilotes, adicionalmente en aquellos pilotes que se hincaron próximos a ambos lados del interceptor, la perforación continuó con remoldeo sin extracción hasta 25 m. de profundidad a partir del nivel del terreno natural que es el nivel de la base sin carpeta asfáltica. En caso de encontrar el interceptor del drenaje profundo, durante la perforación guía se debió suspender esta actividad y dar informe a la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica y a la empresa de proyecto para la reubicación de los pilotes.
- 5.- El tiempo máximo admisible entre la perforación y el hincado se realizó en 36 horas.

La perforación se llevó a cabo con una perforadora Caldwell 173 con su herramienta propia y completa al hincado con extensiones en el que se colocó un broca con el diámetro de 40 cm.

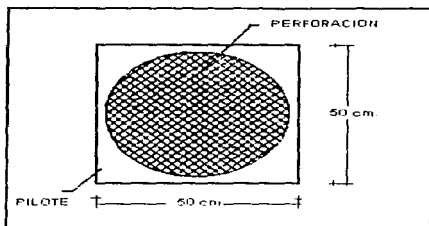


fig. 4.1.3.1

IV.1.4 Hincado de Pilotes

Se realizaron los trabajos para el hincado de los pilotes, el trazo de los puntos, perforación previa, así como la demolición de la carpeta asfáltica, dentro del área de hincado. La colocación de los pilotes se efectuó garantizando la integridad estructural del pilote y su acoplamiento al suelo, cumpliendo, así, con su función. No se dañaron las estructuras ni las instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamientos verticales y horizontales del suelo por lo que se continuó con el siguiente proceso:

- I. - Se consideraron las diferentes longitudes de trabajo de los pilotes como consecuencia de las irregularidades topográficas del terreno.
- II. - Todos los pilotes estuvieron perfectamente limpios y libres de cualquier material ajeno a estos.
- III.- No se hincó aquellos pilotes agrietados o fisurados.
- IV.- El pilote conservó la sección de proyecto a todo lo largo de este y su cabeza es perpendicular al eje del mismo.
- V. - Una vez que los pilotes fueron aceptados por la supervisión colocaron marcas, para así llevar un registro del número de golpes necesarios por cada metro de hincado de pilote.
- VI.- Las actividades de manejo, izaje, realización de la perforación previa e hincado, se realizó una vez que los pilotes alcanzaron el 80% de la resistencia de proyecto.
- VII.- El pilote, así como la resbaladera del martillo se colocaron en forma vertical, para ello se emplearon dos plomadas de referencia, colocadas con un ángulo de 90 grados, teniendo como vértice el pilote (figura No. 4.1.3.2). Las caras del pilote se orientaron

- siempre paralelos a la dirección de las contratabras del cajón de cimentación en cuestión.
- VIII.- La cabeza del pilote se acopló perfectamente al gorro del martillo piloteador, el cual tenía una sufridera a base de material plástico o similar; en la parte de contacto con el pilote se colocó un cojín de madera.
- IX.- Se utilizó un martillo pesado para el hincado, con baja velocidad de impacto (carrera corta). El peso del pistón móvil no debió ser menor a 0.3 veces al peso del pilote y la energía del martillo superior a 0.3 kg.m por cada kilogramo de peso del pilote.
- X.- Se presentó el caso en el que el peso del pistón fue demasiado grande con relación al del pilote, por lo que se prosiguió a regular la energía para no dañar el pilote. La altura de caída fué del orden de 1.00 a 1.75 m., la velocidad del pistón o carrera, se redujo al inicio del hincado, cuando se encuentra la zona alterada en la perforación.
- XI.- Los pilotes dañados durante el hincado se retiraron y se sustituyeron por otros en perfecto estado.
- XII.- Una vez iniciado el hincado del pilote no se debió suspender dicha actividad hasta que la punta alcance la profundidad de proyecto (-35.00 m. para los pilotes en cajones de cimentación y -34.00 en los de estribos), la actividad será suspendida en el momento en el cual se introduzca la punta del pilote, por lo que al adaptar la cabeza es necesario colocar soldadura de arco para la unión de ambas partes llevándose 30 minutos en esta actividad.
- XIII.- La verticalidad de los pilotes se verificó al inicio del hincado de la punta y durante la soldadura de la parte restante del pilote.
- XIV.- El orden del hincado de los pilotes se realizó empezando por aquellos ubicados cerca del interceptor y una vez comprobando que no interferían con esta estructura se continúan con los demás, en líneas paralelas a los primeros y del centro hacia los extremos.
- XV.- Durante el hincado se llevó un registro del número de golpes necesarios por metro de penetración del pilote en el suelo.
- XVI.- Una vez hincado el pilote se determinó el nivel de la cabeza para cerciorarse con el hincado en proyecto.
- XVII.- La desviación angular máxima admisible del pilote fué de 2% y la tolerancia en la profundidad de hincado es de $\pm 1\%$ de la longitud total.

Para el hincado de los pilotes se usaron tres dragas de las siguientes:

- 2 Dragas HP con una capacidad de 75 ton.
- 1 Draga BUCYRIUS LANE de 75 ton. de capacidad

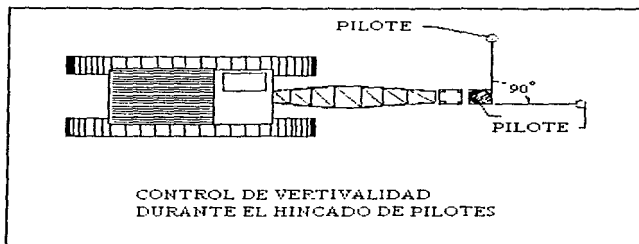


fig. 4.1.3.2

IV.1.5 Excavación para cajones de cimentación

Al termino del hincado de la totalidad de los pilotes se empezó la excavación que aloja los cajones de cimentación, realizándose en una sola etapa hasta la profundidad de desplante (-3.00) y con la geometría de proyecto.

La excavación ocupa un área cuyos lados fueron 50 cm. mayores a los estipulados en la geometría de las zapatas a nivel de desplante (ver figura 4.1.5.1); las paredes de la excavación tuvieron un talud cuya relación vertical horizontal fue de 1:0.3. Bajo estas condiciones la excavación no debió permanecer abierta por más de tres semanas, restringiendo el tráfico de vehículos cerca a la excavación en un ancho igual a la profundidad excavada.

Para las trabes de liga que unen los cajones de cimentación de cada cuerpo del puente, se realizó una excavación hasta la profundidad de desplante, observando taludes con relación vertical horizontal 1:0.4. El área del fondo de estas excavaciones en ambos casos fue la necesaria para alojar a estos elementos estructurales y realizar las actividades de armado, cimbrado y colado. Esta excavación de igual forma que la anterior no permaneció abierta por más de tres semanas.

Debido a que el nivel freático estaba por arriba del nivel de desplante de los cajones de cimentación se tuvo que emplear un proceso para no trabajar en el agua, que consistió en: llegada la excavación a un nivel de 20 cm. por arriba del nivel freático se empezaba a

realizar un cárcamo en un extremo de la misma, conforme avanzaba la excavación en el sentido horizontal se excavaba un canal perimetral con pendiente en dirección al cárcamo. Alcanzado el nivel de desplante del cajón se iba excavando el lugar en donde el cárcamo funcionaría, teniendo geometría cilíndrica con altura de 1,5 m, a partir de la cota -4,5 m, y diámetro de 1,0 m. Concluida la excavación del cárcamo se colocaba una camisa de metal ranurado con las dimensiones arriba señaladas y en los espacios entre el terreno y camisa se rellenaba de tezonite de 3/4" a 2" de diámetro, cabe señalar que se realizó una sobreexcavación en el cárcamo de 20 cm.

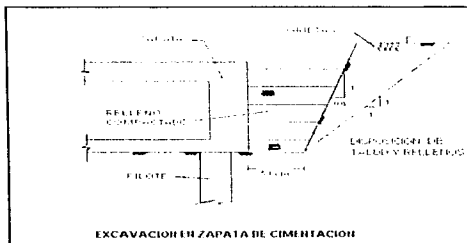


fig.4.1.5.1

El sentido en el cual se realizaron los trabajos de excavación fue de sur a norte o viceversa, pero siempre en dirección del lado mayor del cajón de cimentación que como se observa en la figura 4.1.5.2 los cajones son de forma rectangular. La excavación se realizó con el siguiente equipo:

- Retroexcavadora Marca Case Modelo
- Retroexcavadora Marca Poelam Modelo
- Retroexcavadora Marca Caterpillar Modelo
- Retroexcavadora Marca Case Modelo

Alcanzado el nivel de desplante de proyecto, se colocó una plantilla de concreto pobre ($f'_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$) de 5 cm. de espesor cubriendo toda el área de la zapata. Posterior a la colocación de la plantilla se procedió a la demolición o descabece de los pilotes en una longitud de 1,50 m. promedio. Realizada dicha actividad mediante pistolas neumáticas, retirando los fragmentos de concreto, así como los materiales ajenos a la cimentación para evitar la contaminación del acero de refuerzo, se construyeron los cajones de cimentación.

IV.1.6 Construcción de cajones de cimentación

El cajón de cimentación es un elemento estructural que tiene como función distribuir en forma uniforme los esfuerzos producidos por la carga total de la estructura y superestructura a los pilotes de fricción, sirviendo además como elemento de transición entre columnas y la cimentación profunda.

Fueron necesarios 13 cajones de cimentación formados en dos cuerpos (ver figura 4.1.5.3), unidos a su vez con traveses de liga en 11 cajones de cimentación a causa de cruzar dos ductos de PEMEX en el eje longitudinal del puente; razón por la cual cada elemento de cimentación se realizó en dos etapas uniéndose posteriormente con traveses de unión que cruzan perpendicularmente ambos ductos por debajo de los mismos. Los dos restantes cajones se construyeron en una sola etapa ya que la tubería de PEMEX en ese tramo tiene una desviación hacia el poniente del eje del trazo del puente.

Las dimensiones de los cajones son las siguientes:

NUMERO DE CAJON	ANCHO (m)	LARGO (m)	PERALTE (m)
Cajón 1	6.00	23.9	2.70
Cajón 2	14.70	24.20	2.70
Cajón 3	14.70	25.80	2.70
Cajón 4	12.00	24.60	2.70
Cajón 5	12.00	25.80	2.70
Cajón 6	14.80	27.60	2.70
Cajón 7	14.70	27.60	2.70
Cajón 8	14.70	29.00	2.70
Cajón 9	14.70	29.00	2.70
Cajón 10	14.70	29.00	2.70
Cajón 11	14.70	29.00	2.70
Cajón 12	14.70	29.00	2.70
Cajón 13	14.70	29.00	2.70

Cada cajón de cimentación esta formado por traveses y contratraveses de peralte igual al cajón de 2.70 m., del lecho inferior y superior de las traveses y contratraveses se arma una losa de fondo y una losa tapa para formar un cajón monolítico y rígido.

Desde el nivel de plantilla se construyen los dados de donde se desplantan las columnas, los cuales quedan confinados y forman parte estructural del cajón de cimentación. A continuación se describen las características de los materiales empleados durante la construcción de estos.

Acero de refuerzo

El acero de refuerzo principal utilizado en las trabes y contratraves fue en barras corrugadas del No. 10 y del No. 12 con esfuerzo de fluencia $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, los estribos empleados fueron del No. 4 y del No. 6 de 2, 4 y 6 ramas en la mayoría de los casos con separación entre uno y otro de 15 y 20 cm. (ver figura 4.1.5.4). Los anclajes y traslapes utilizados fueron siguiendo los criterios del Reglamento de Construcción del Departamento del Distrito Federal (ver cuadro IV 1.5). En ningún caso se traslapó más del 50% del acero de refuerzo en una misma sección donde los momentos de flexión son máximos el porcentaje de acero traslapado fue cero. El recubrimiento mínimo libre fue de 4 cm.

Cimbra

La cimbra empleada fue de madera de pino de tercera con acabado común seccionada, con dimensiones según el elemento a cimbrar. El cimbrado tiene como objeto contener el concreto fresco hasta su endurecimiento. Durante la colocación de las cimbras estas estuvieron perfectamente alineadas, sus superficies estuvieron completamente libres de impurezas y con textura uniforme; antes de la colocación del concreto las cimbras eran impregnadas con diesel para impedir la adherencia de esta con el concreto.

Concreto

El concreto utilizado tiene una resistencia de $f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ dosificado en planta con aditivo impermeabilizante y en algunas ocasiones con fluidizante. En la mayoría de las veces al colar los elementos que conforman los cajones se utilizó bomba y se buscó colar monolíticamente todo el cajón para evitar juntas constructivas.

Procedimiento:

Terminada la excavación que aloja los cajones de cimentación y colocada la plantilla de concreto pobre, se procedió al trazo de los ejes de cada trabe y contratrabe que conforman el cajón; marcados y localizados los ejes se empezó a habilitar el acero de refuerzo y hacer la bajada del mismo para hacer el armado de los elementos. La colocación del acero se apegó estrictamente a las indicaciones de los planos estructurales de proyecto correspondientes con las siguientes especificaciones:

- El acero de refuerzo estuvo libre de óxido, pintura, grasa o materias que pudieran reducir su adherencia con el concreto.
- La resistencia del acero a la fluencia fue de $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y diámetros de 1 1/2", 1 1/4", 1/2" y 3/4"; estos dos últimos se emplearon para estribos, refuerzo de temperatura y refuerzo en losas.
- Los cortes y dobleces de las varillas se hicieron en frío.

Se dispuso de sifletas, amarras y separadores, los necesarios para garantizar la posición y recubrimientos especificados del armado, especialmente durante el colado.

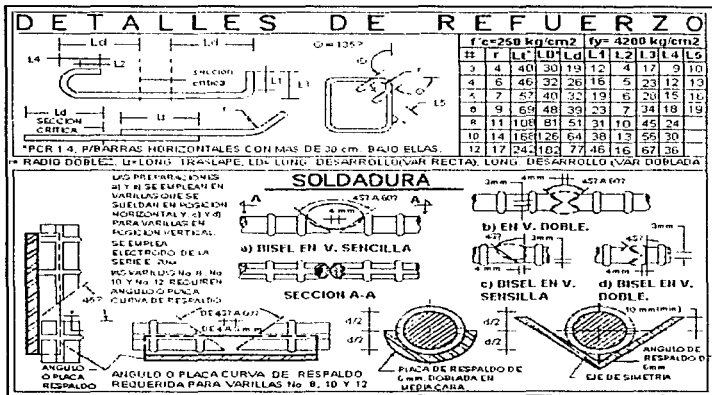
- Todo el acero de refuerzo indicado en los planos estructurales; tiene como función específica el desempeñar dentro de la estructura un conjunto, por lo que se verificó estrictamente su posición, incluyendo estribos, acero por temperatura, acero en losas.

En todos los casos los dobleses, panchos, tralapes de las varillas se sujetaron al cuadro IV 1.5.

- Las varillas de 11 2" y 11 4" debido a el espacio reducido en el que se encuentran fue necesario unir las cuando así lo requirió mediante soldadura empleando electrodo de la serie E-70xx.

Durante la soldadura ejecutada se requirió de personal calificado y además de cumplir con las siguientes normas:

- a) Los electrodos utilizados tuvieron como mínimo las mismas características mecánicas que el material del cual están constituidas las varillas, (mismo esfuerzo límite elástico y límite de ruptura).
- b) Debido a los altos contenidos de carbono que suelen tener las varillas de refuerzo fue necesario, en muchos casos usar electrodos de bajo contenido de hidrógeno y o procesos térmicos adecuados. El entramiento de las varillas fue de manera gradual y en todos los casos se exigió la existencia de protecciones adecuadas a las varillas soldadas para que impidieran el entramiento brusco en la unión.
- c) Las soldaduras fueron realizadas en zonas en donde los esfuerzos son mínimos.
- d) Las uniones soldadas se distribuyeron de tal manera que nunca se empalmaran en una misma sección más del 50% del número de varillas existentes en cualquier sección transversal.
- e) Las uniones soldadas se realizaron colineales y en secciones a tope que garantizan la sección completa. Para garantizar las uniones a tope se hizo una soldadura completa en la sección por soldar; usando placas de respaldo como se observa en la figura 4.1 5.5.
- f) Las superficies para soldar estuvieron limpias y libres de óxido, polvo, aceite, pintura, cemento u otros materiales contaminantes.
- g) Antes de depositar cada cordón se limpiaba perfectamente el interior de manera de eliminar las escorias de los cordones anteriores.



Cuadro IV.1.5

- h) Para los cortes y calentamientos que se requirieron, se emplearon sopletes conectados a un tanque de oxígeno y a otro de gas L.P.
- i) Se realizó en todos los casos una inspección visual para detectar grietas e insuficiencia de soldadura u otros defectos, como intrusión de oxígeno.

Concluidos los armados en trabes y contratraves del cajón de cimentación, así como el armado de la losa fondo y la colocación de las anclas que enlazan la trabe y contratrabe con la losa fondo y que al colar se obtiene acabado con geometría triangular; se procedió al cimbrado de los elementos ya referidos, observando que cumpliera con las siguientes especificaciones.

- 1) La cimbra se ajustó a la geometría de proyecto en cuanto a forma, dimensiones, alineamiento y niveles; verificándose este, con tránsito y nivel, antes y después de la colocación del concreto, siguiendo las indicaciones del plano de proyecto en cuanto a lo marcado en chaflanes y buñas.
- 2) La cimbra como ya se mencionó fué de madera de pino de tercera acabado común.
- 3) La cimbra en el momento de colocarse estuvo perfectamente limpia, así como protegida mediante la aplicación de una película de diesel y en algunos casos de grasa de origen animal.
- 4) Al colocar la cimbra se verificó que quedarán lo suficientemente fijas para soportar las presiones del concreto, a manera de conservar las dimensiones exactas del elemento estructural de acuerdo a lo estipulado en el proyecto.
- 5) Otro punto importante es el de vigilar que los separadores entre el acero y la cimbra tuvieran la distancia especificada en el proyecto, así como los elementos usados para unir entre sí las caras de la cimbra, fueran de la longitud necesaria para garantizar las dimensiones de proyecto.
- 6) El decimbrado, se lleva a cabo con metucioso cuidado a manera de evitar desconchamiento en los elementos decimbrados.
- 7) La obra falsa utilizada en la cimentación fué usada únicamente en el momento en el cual se coló la losa tapa, cuidando la nivelación y resistencia de la cimbra para soportar las cargas. Esta cimbra fué de madera de pino utilizando polines de 10 X 10 cm. de sección transversal, usándolos como pie derecho y como elementos de soporte para las tarimas que complementan la obra falsa.
- 8) Al término del cimbrado de trabes y contratraves del cajón de cimentación y losa fondo, se procedió a colar dichos elementos, realizando los siguientes preparativos y revisiones previos al colado:

- 9) Revisión del alineamiento de los armados y cimbra.
- 10) Separación o recubrimiento entre acero y cimbra que fué de 4 cm.
- 11) Colocación previa de algún lubricante en la cimbra.
- 12) Equipo necesario para la colocación del concreto en los moldes como ollas revoledoras de concreto premezclado, bombas para concreto, canaletas u otro instrumento para su eficiente colocación.

Para obtener estructuras de concreto homogéneas, impermeables y resistentes; es necesario para la obtención de la primera, el usar concreto premezclado abastecido de una planta con prestigio en el mercado; para lo referente a la impermeabilización se empleó un aditivo cuya función es la de impermeabilizar, ya que el nivel freático está a la altura del cajón; otra de las causas por la cual se impermeabilizó es debido a que los cajones son reticulares, es decir tienen huecos los cuales no pueden quedar inundados por razones de estabilidad de la estructura y para evitar contaminación al acero de refuerzo. Finalmente la resistencia es alcanzada en función de la relación agua-cemento y calidad de los agregados. El concreto utilizado fué de clase I cuyo $f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ con tamaño máximo del agregado grueso de 3/4" y de roca caliza.

Para lograr resultados satisfactorios el concreto deberá tener la consistencia, trabajabilidad y tamaño máximo de los agregados adecuados a las condiciones bajo las cuales se colocó, como: forma y tamaño de los elementos estructurales, espaciamiento de las varillas de refuerzo, recubrimientos y otros detalles que se relacionan con el llenado rápido de las cimbras.

- Los requisitos básicos para lograr la colocación correcta del concreto empleados fueron:
- Se seleccionó el equipo y el método de colocación del concreto. Se utilizó concreto bombeado a manera de que el concreto se consolidara fácilmente después de colocarse.
- Se programó perfectamente el surtido del concreto y la colocación de tal manera que se no existieran juntas frías.
- No se permitió que el concreto corriera o se deslizara a través de pendientes. La colocación del concreto en una pendiente se puso en el extremo inferior y se prosiguió hacia arriba.
- Una consideración importante que se tuvo en el manejo y colocación del concreto es la de evitar la separación del agregado grueso.
- El modo de caída del concreto en la cimbra, en una tolva o cubo, es cuidar que la porción final de la caída del concreto debe ser vertical y a una altura no mayores de 1.00 m. y sin interferencia, si es que se desea evitar la segregación.

- Para la protección de los tirantes, espaciadores, aditamentos ahogados, superficies de la cimbra y para prevenir desplazamientos del refuerzo, el concreto que caiga en la cimbra, en donde pueda dañar esas piezas, deberá conducirse con un canalón de caída, introduciendo adecuadamente en el elemento por colar.
- No se permitirá la colocación del concreto cuando la temperatura ambiente sea inferior a los 6°C.

Los requisitos indicados anteriormente, deberán cumplirse para la colocación del concreto en todos los elementos estructurales.

Después de colar las trabes, contratraves y losa fondo de los cajones de cimentación ya fraguado el concreto se procede a descimbrarlo y a curarlo continuamente con curacreto mediante la aplicación de una película, en el área colindante con el suelo. Se aplicó sobre las trabes del cajón una película de impermeabilizante hasta el nivel del colado -10 cm.

Como el colado de la losa tapa no fue posible en la primera etapa se realizó una segunda, colando la losa con un espesor de 15 cm. junto con otros 15 cm. de las trabes y contratraves para hacer monolítico el cajón.

A partir de los cajones de cimentación se ancló el acero utilizado en columnas, confinándolo mediante un dado de concreto armado, cuyas características de los materiales era igual al usado en el cajón de cimentación.

Incluyendo el cajón de cimentación, el área de sobreexcavación se relleno con material inerte (tepetate) compactado al 95% de la prueba proctor, el relleno no se realizó si las paredes externas del cajón no estaban impermeabilizadas.

Realizándose el relleno en capas de 20 cm. hasta el nivel base.

IV.2 OBRA CIVIL

IV.2.1 Estructura

La estructura es la parte del puente (paso superior), cuya función es la de transmitir adecuadamente las cargas impuestas por la superestructura a la cimentación; para esta obra se denominó "estructura" al sistema formado por columnas.

IV.2.1.1 Columnas

Fueron construidas 144 columnas de forma circular con un diámetro de 0.90 m desplazadas a - 2.50 m. con respecto al Nivel Terreno Natural (NTN), y con alturas variables.

Armado.

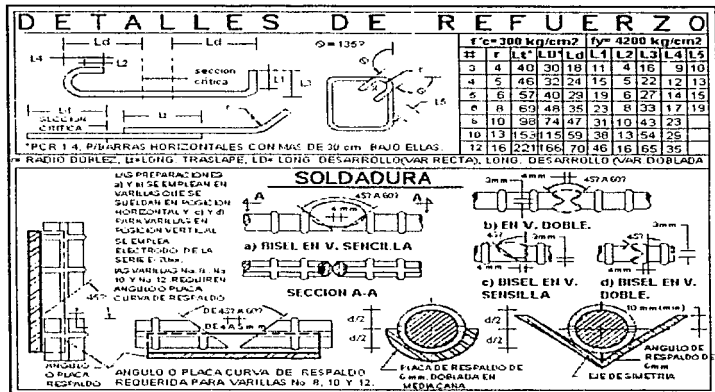
El armado de refuerzo de las columnas fue anclado desde los cajones de cimentación cuidando que este no cayera fuera de su eje, ni perdiera su excentricidad durante el colado de las zapatas de cimentación.

El refuerzo longitudinal está compuesto por 24 varillas del número 12, dispuestas en paquetes de dos barras teniendo como refuerzo transversal un zuncho de $\frac{1}{2}$ ", con paso de 0.15 m. En el caso de uniones de varillas del refuerzo principal fueron realizadas mediante uniones a tope con soldadura E-70XX, y para el refuerzo secundario el traslape mínimo permitido fue de 1.5 vueltas. Las especificaciones para traslapes y ganchos, escuadras, soldadura de unión se encuentran en el cuadro IV.1.6

Cimbra.

Sobre la superficie de la zapata construida se realizó el trazo de la sección de la columna, verificando que esta contara con el recubrimiento especificado (4 cm) en todo el perímetro de la sección. En seguida se procedió a colocar la cimbra, que en este caso estuvo compuesta por dos moldes metálicos en forma de media caña los cuales se unían mediante tornillos. Los tramos de la cimbra fueron en su mayoría de 3.05 m de longitud a base de lámina metálica de $\frac{3}{16}$ " de espesor que fue confinada en forma transversal mediante perfiles angulares a cada 0.40 m. en el sentido longitudinal y colocados de forma tangencial a la lámina.

Con la cimbra utilizada se logró dar un acabado tipo espejo a la columna, el cual se especificaba en el proyecto.



Cuadro IV.1.6

Colado.

Un aspecto muy importante para obtener estructuras de concreto homogéneas, impermeables y resistentes, es la colocación y compactación del concreto empleado en la construcción de las mismas para lograr resultados satisfactorios. El concreto deberá tener la consistencia, manejabilidad y tamaño máximo de los agregados, adecuados a las condiciones bajo las cuales se colará, tales como: forma y tamaño de los elementos estructurales, espacio entre las varillas de refuerzo, recubrimientos y otros detalles que se relacionan con el llenado de la cimbra.

Una consideración muy importante en el manejo y colocación del concreto es la de evitar la disgregación del agregado grueso, por tal motivo, la porción final de la caída del concreto deberá ser vertical y una altura no mayor de 1 m. libre de interferencia.

Además se recomienda particularmente en columnas colocar el concreto mediante un sistema de bombeo, transportándolo mediante tubos no menores de 4" de diámetro, y para no perder la homogeneidad del concreto se colocará en capas horizontales sucesivas.

Por existir concretos de diferentes edades (junta fría), entre el cañón de cimentación y las columnas es necesario darle un acabado rugoso al área de contacto, humedeciendo por un lapso de 24 horas previas al colado y aplicando un aditivo para unir concreto de diferentes edades (adhecom).

Una vez colocada la cimbra se procede a plomear la misma mediante aparatos de topografía. Posteriormente se realiza el vaciado del concreto por medio de bombas de tipo telescópico; en este punto hay que tener especial cuidado en el correcto vibrado del material para evitar burbujas de aire. Como el colado de las columnas se realizó en tres etapas se deben de tomar en cuenta las especificaciones para juntas frías.

El concreto utilizado es de tipo especial (blanco), con una resistencia $f'_c = 300 \text{ kg/cm}^2$, tamaño máximo del agregado de 3-4", con revestimiento de 12 cm, teniendo una proporción de agregados pétreos de 50% de finos y 50% de gruesos y un contenido de aire de 6%.

IV.2.1.2 Capiteles

Cada columna está rematada con un capitel, que sirve como elemento de transición entre la sección de la columna y el de las trabes de apoyo.

La geometría del capitel es la de un cono truncado con una base que conserva el diámetro de la columna (0.90 m), y una corona de 1.30 m, el peralte del capitel es de 0.70 m; en la unión de columna y capitel existe una buña o entrecalle de 10 cm de altura y 2 cm de profundidad.

Armado

En un principio el proyecto especificaba la elaboración del armado del capitel por medio de un accesorio en forma de polígono de 12 lados, hecho a base de placa perimetral a base de ángulos de 6" por 3/4", realizado en mesas de trabajo, con un $f_c = 2530 \text{ Kg/cm}^2$ y varillas de 1/2", con un $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$. Debido a que la ejecución de este armado era muy compleja y hubiera retrasado el proceso constructivo del puente, se decidió a modificar el proyecto empleándose un nuevo armado a base de acero estructural únicamente empleándose dos anillos concéntricos de 30 cm. Y 126 cm, este último le daba la forma de un cono truncado al capitel, para dicho armado se empleó varilla de 1". La base superior del capitel se reforzó con unos bastones en forma de "I" con varilla de 1", finalmente el refuerzo transversal fue a base de estribos de 1/2" (ver figura IV.2.1.2 a y b).

Cimbra

La cimbra utilizada en capiteles fue elaborada con lámina metálica confinada por perfiles angulares y para realizar el detalle de la entrecalle se utilizó un perfil "U" de 10 X 2 cm.

Colado

El colado en los capiteles se realizó con las mismas especificaciones que en las columnas.

Acabado

Después de montar traveses y colar los diafragmas de concreto se procede a dar el acabado a las columnas y los capiteles. Este consiste en dar un terminado rugoso a la superficie por medio de un cincelado al concreto.

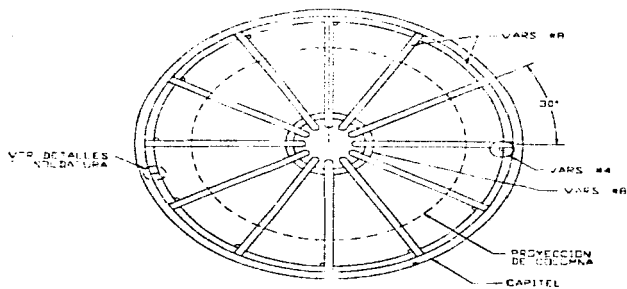
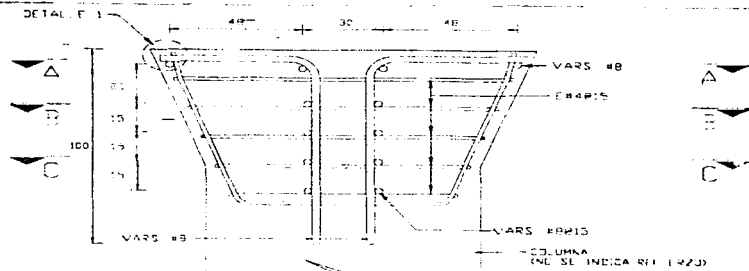
IV.2.2 Super Estructura

IV.2.2.1 Traveses

Debido a los claros por salvar (dos de 7.87 m, dos de 8.00 m, 17 de 14.684 m, 1 de 14.81 m, 1 de 23.07 m, 1 de 24.297 m, 2 de 25.50 m, 2 de 26.572 m, 2 de 27.00 m, 1 de 28.37 m, 1 de 30.529 m, 4 de 31.77 m, 1 de 34.350, 13 de 35 m). Así como el tránsito importante que se registra en la zona, ante la imposibilidad del cierre temporal del Eje 3 Ote. y las intersecciones de este con el Eje 3 Sur y el Viaducto Río de la Piedad, siendo estas parte de la Red Primaria de la ciudad; la solución en el proceso constructivo y estructural que respondería a estas condicionantes esta dada por un sistema de elementos prefabricados y pretensados.

Las traveses prefabricadas fue la solución empleada para la superestructura con el objeto de lograr una importante reducción del tiempo de ejecución en comparación con un proceso constructivo in situ. Este proceso además tiene la ventaja de tener un buen control de calidad ya que los elementos son elaborados en planta con toda la infraestructura necesaria para su construcción.

PUNTE VEHICULAR EJ. 3 DIEL. Y MADRID
CAPITELES EN COLUMNAS

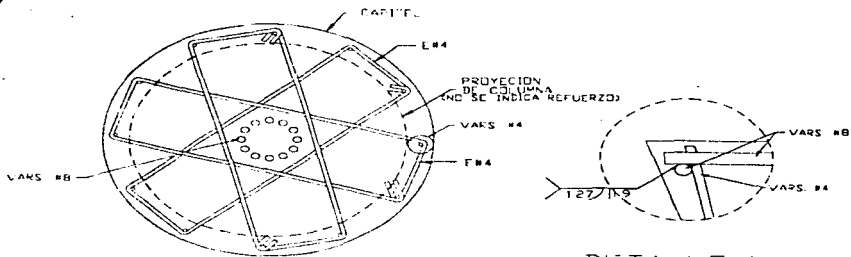


CORTE A-A

E S T R U C T U R A S

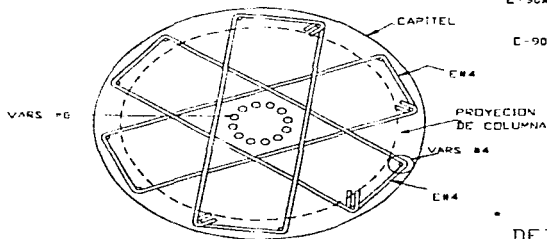
Figura No. IV.2.1.2a

PUENTE VEHICULAR FUE 3 OTE. Y V. ADJUTO
CAPITELES EN COLUMNAS



CORTE B-B

DETALLE 1



CORTE C-C

DETALLES DE SOLDADURA

I N S T R U C T U R A S

Figura No. IV.2.1.2b

El número total de traves empleadas en la superestructura es de 150 piezas, estas fueron de tres tipos diferentes: las denominadas traves de apoyo (T.A) que se montan directamente sobre las columnas desplantadas sobre los cajones de cimentación cubriendo los claros siguientes: 17 de 14.684 m, 1 de 14.81 m, 2 de 8.00 m y 2 de 7.87 m; cada claro cuenta con tres traves, lo cual nos da un total de 60 piezas); las traves centrales (T.C) que se apoyan en los extremos de las traves de apoyo (estas cubren los claros: 2 de 26.57 m, 2 de 27.00 m, 1 de 28.367 m, 1 de 30.529 m, 4 de 31.77 m, 1 de 34.35 m, 13 de 35.00 m, dando un total de 72 piezas); y las traves centrales de apoyo (T.C.A), las cuales descansan en un extremo en el muro estribo y en el otro extremo en las columnas de los ejes 2 y 25 (estas cubren 1 claro de 23.01 m, 1 de 24.297 y dos de 25.50 m, siendo 12 piezas)

Construcción de Traves Prefabricadas

La construcción de los elementos prefabricados de la superestructura se realizaron en planta, donde se instalaron los moldes metálicos cuya función es igual a la de la cimbra, con acabado aparente. El 96% de las traves tienen la misma geometría (1.40 m. de altura y un ancho de patín igual a 4.00 m.); el número de usos de la cimbra resultó productivo, así como versátil en su proceso constructivo y el vibrado lateral se adaptaba con suma facilidad.

Para el curado que fué en forma de vapor se realizó directamente mediante ductos conectados dentro de la cimbra.

La forma y disposición de la sección geométrica, en este caso traves tipo cajón sección "I", tiene una influencia decisiva sobre la racionalización del método constructivo y por lo tanto con la economía de la obra, cuya sección es lo más sencilla posible, y en atención a las rampas del puente, convino que las traves tubieran una altura, así también todas las partes del pretensado estén en condiciones de absorber las cargas adecuadamente.

Acero

El acero de refuerzo utilizado en las traves prefabricadas longitudinalmente fué de varilla de 1/2", para el refuerzo transversal se empleo varilla de 1/2" y 3/8", para el acero de temperatura longitudinal fué de 3/8" y 1/2" de diámetro con un $f_u = 4200 \text{ Kg/cm}^2$. El armado se realizaba dentro del molde o fuera de este y estriba en función del vaciado del concreto, por lo regular se realizaba el habilitado y armado fuera del molde empleándose dos grúas de 70 Ton. para el izaje del armado y su posicionamiento dentro del molde. Dentro del molde se armaban los últimos detalles y se procedía a colocar el acero de pretensado consistente en tirones de 1/2" de diámetro y con una resistencia al tensado $f_{pu} = 19000 \text{ Kg/cm}^2$ la fuerza de tensado es de 13000 Kg. por cada toron. La razón de utilizar el pretensado es para evitar la prematura formación de grietas bajo las cargas usadas ayudando a la formación de contraflechas por lo que las deformaciones futuras logran el equilibrio de estas, así como refuerzo.

Por último se empleó acero en placas para accesorios metálicos con una resistencia de $f_u=2530$ Kg/cm² este tipo de acero se utilizó principalmente en detalle como: placas laterales para anclaje de diafragmas metálicos, placas para apoyos móvil y fijo.

Los detalles de refuerzo se detallan en la tabla IV.1.7 en ningún caso se podrá traslapar mas del 33% del acero de refuerzo en una misma sección, el recubrimiento mínimo libre es de 2 cm., la soldadura fué al arco eléctrico utilizando electrodos de la serie E-90XX. Los elementos presforzados no se perforaron.

Concreto

El concreto empleado fué de clase I con resistencia de $f_c=400$ Kg/cm² elaborado en planta utilizandose aditivo fluidizante con resistencia a temprana edad, tamaño máximo de agregado grueso de 1/2", revenimiento máximo de 10 cm., 50% de finos y contenido de aire 6%.

En todas las juntas del colado se dejó un acabado rugoso, sobre todo en la parte superior del alero ya que sobre esta recibirá el firme estructural.

Habiéndose armado todo el acero y colocado en su posición de proyecto, así como de haber sometido a tensión a todos los torones se procedía a colocar todo el concreto, previa revisión de los armados y detalles, así como la aplicación de una membrana de lubricante para evitar la adherencia del concreto con la cimbra. Durante su colocación del concreto, se emplearon dos tipos de vibrado, uno por inmersión y otro de contacto ya que se evitó dejar oquedades dentro de la masa de concreto, así como, en la superficie exterior del concreto.

Terminado el colado se procedía al curado empleándose vapor de agua durante un lapso de 24 horas para alcanzar el 70% de su resistencia el concreto, alcanzada esta resistencia proceder al izaje de los elementos para almacenarlos, antes de izarlos se procedía a cortar los torones uno por uno, por lo que empezaba a trabajar la trabe. Cabe señalar que las trabes de apoyo (TA), el refuerzo de presfuerzo se posicionaba en la parte superior del elemento y en las trabes centrales (TC), se colocaba el presfuerzo en la parte inferior.

Cortado los torones se procedía a dar un acabado en toda el área exterior de la trabe, poniendo mayor cuidado en el área que ocupa los torones ya que se tiene que rellenar con un mortero epóxico y cubrir en su totalidad el área para evitar la humedad y corrosión ya que son agentes que dañan el comportamiento del presfuerzo.

Durante el almacenaje de los elementos, se debe evitar al máximo que estén sometidos a esfuerzos los elementos prefabricados, así como durante el transporte hacia el lugar de su colocación final.

Montaje de Trabes

El primer paso a seguir para realizar el montaje de las trabes es el traslado de las piezas de la zona de fabricación a la obra.

Las trabes fueron elaboradas en dos plantas; una localizada al norte de la ciudad desde la cual era relativamente fácil el traslado de los prefabricados a la obra; y la otra planta se encuentra en el Estado de Tlaxcala donde la transportación se volvía compleja ya que se realizaba en un promedio de seis horas. Para no provocar problemas de tránsito esta actividad fue cien por ciento nocturna.

Para el traslado se utilizó un tractocamión con plataforma de cama baja y un dolly (fijo o móvil).

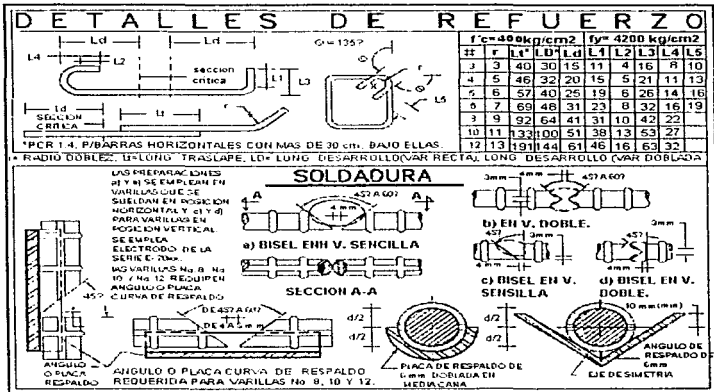
El almacenamiento de las trabes se realizó en los extremos sur de la obra con un área aproximada de 1,100 m² y en el extremo norte en un área de 1,300 m². En caso de que no se efectuara el montaje el mismo día del traslado se almacenaba la trabe en las áreas antes mencionadas. Posteriormente se volvían a colocar en la plataforma para el montaje respectivo. El orden en el cual fueron montadas las trabes, fue el siguiente: primeramente fueron montadas las trabes de apoyo en su totalidad, para continuar con las trabes centrales e ir cerrando el proceso. Cabe señalar que las trabes centrales de apoyo fueron colocadas a la par que las trabes de apoyo.

El procedimiento de montaje en términos generales para todos los elementos fue el siguiente:

Era cerrada la vialidad adyacente al lugar donde fueran a ser colocados los prefabricados, con motivo de tener un área de trabajo suficiente para realizar el izaje y evitar accidentes que afectaran a los conductores que transitaran por la zona. Para cubrir con este punto se contaba con el señalamiento necesario y cumpliendo además con las características establecidas en el manual de la Coordinación General de Transporte referente a este tema; así mismo con personal suficiente para realizar los desvíos.

Ya realizado el cierre se procedía a dar acceso a las grúas al área de trabajo donde se acondicionaban las grúas (en caso de que fueran grúas estructurales), y eran colocados los contrapesos de la maquinaria. Mientras se realizaban los correspondientes desvíos, el personal se dedicaba a retirar el tapial que confina a la obra que obstruyera la maniobra de montaje.

Posteriormente se ubicaban las grúas a la distancia necesaria para realizar la maniobra de izaje. Este sitio tenía que ser inspeccionado con anterioridad con objeto de conocer su capacidad de carga, ya que de lo contrario se corría el riesgo de que hubiera fallas en el terreno que afectarían la estabilidad del equipo. Si se determinaba que el suelo no era apto, se realizaba un mejoramiento del terreno mediante una mezcla de tepetate y balastro en una capa suficiente para recibir la carga; esta capa era nivelada perfectamente.



Cuadro IV.1.7

Colocadas las grúas en su sitio se continuaba el proceso con el calzado del equipo por medio de durmientes de madera y se verifica que estuviera nivelada la grúa con un equipo manual. La acción anterior no era necesaria si la grúa era de tipo hidráulica ya que esta cuenta con un sistema de autonivelación.

Preparadas las grúas para la maniobra era colocada la plataforma en posición paralela al eje longitudinal del puente; la trabe era enganchada en los cuatro ganchos de izaje que están empotradas a la trabe, mediante igual número de cables denominados estrobos que parten del malacate de la grúa en ambos extremos para ser izada. Levantada la trabe a manera que todo el peso estuviera repartido en las grúas, el tractocamión era retirado del área de trabajo mientras que las grúas maniobraban para colocar las trabes en su respectivos apoyos, siendo dirigidas por personal que se encuentra sobre las trabes o al nivel del suelo.

En el caso de las TA era necesario en algunos casos doblar las varillas de la parte superior de la columna pues estas impedían la correcta colocación de los prefabricados; es por ello que se debe de tener gran margen de exactitud al realizar el armado de las columnas para evitar problemas al montar las trabes.

La diferencia entre el montaje entre las TA, TCA y TC estriba en la forma de la maniobra ya que de acuerdo al espacio existente es la forma en que se colocan las grúas para realizar el izaje.

Ya montada la trabe el tractocamión entraba al área de trabajo a recoger el dolly enganchándolo para remolcarlo o siendo montado sobre el tractocamión con ayuda de alguna de las grúas. De igual forma se continuaba la maniobra para el montaje de las trabes restantes.

Como última actividad en la jornada se procedía a restituir el tapial y abrir la circulación a vehículos en la zona de trabajo.

IV.2.2.2 Diafragmas y Cabezales.

Debido a la utilización de elementos prefabricados en la superestructura, se construyeron diafragmas metálicos y de concreto armado para rigidizar el conjunto de trabes y evitar desplazamientos laterales, de las mismas y de esta manera ir construyendo una superficie rígida de rodamiento.

Diafragmas Metálicos.

Los diafragmas metálicos se construyeron con tubo cedula 40 de 4" de diámetro. Estos diafragmas son colocados transversalmente entre trabe y trabe, en las trabes de apoyo (TA) son colocados los diafragmas paralelos al eje de columna y a una distancia con respecto a este de 3.5 m, esto se repite en los dos ejes de columnas por cada cajón de cimentación.

Para los diafragmas que rigidizan las traveses centrales, estos se colocan a la mitad del claro entre trabe y trabe y en los extremos a 2.5 de la unión entre la trabe de apoyo y la trabe central. De igual forma que en el caso anterior los diafragmas se colocan en toda la sección transversal sumando un total de dos en dicha sección.

Los diafragmas se unen a la trabe mediante soldadura, aplicándose entre el tubo y la placa de acero dejada embebida en cada una de las traveses, los diafragmas están formados por un tubo horizontal que une a los elementos prefabricados por la parte lateral interior del alma y dos tubos con una inclinación vertical de 30° que parte del centro del claro del tubo horizontal y se suelda en la preparación de la trabe.

El acero en placas, accesorios metálicos (media caña) y tubos tienen un esfuerzo de fluencia igual a $f_u = 2530 \text{ Kg/cm}^2$, la soldadura fué al arco eléctrico y se utilizaron electrodos de la serie E-70XX.

Diafragmas de concreto.

Los diafragmas de concreto son elementos estructurales cuya función es la de transmitir las cargas y sobrecargas producidas por la superestructura a las columnas, otra función que cumplen los diafragmas es la de formar con las tres columnas de cada eje de columna un marco rígido anclado a la rigidización de las traveses de apoyo y por ende la superficie de rodamiento.

Los trabajos entorno a la construcción de los diafragmas empieza una vez que han sido montadas las traveses que se apoyan directamente sobre las columnas desplantadas del cajón de cimentación en cuestión. Montadas las traveses se empieza con la colocación de obra falsa (cimbra), la cual consiste en un polín de madera de 4" X 4" colocados transversalmente sobre otra cama de polines longitudinales los cuales descansan sobre andamios tubulares. Para reforzar la cimbra se colocaron puntales en el centro de la base colocándose previamente rastras en la superficie del terreno. En las paredes laterales se colocaron tablonces de 3 X 1.10 m, dichos tablonces dejaron una superficie en el concreto de acabado aparente.

Terminando la obra falsa, se procedió a colocar el acero de refuerzo, para lo cual las traveses cuentan con orificios que permiten el paso de varillas de 1½" de diámetro que forman parte del refuerzo principal de dicho elemento. Por la parte superior de la trabe se colocan otras 5 barras de 1½" de diámetro para concluir con el refuerzo principal.

Confinando o dando forma a una trabe mediante la colocación de estribos con varilla de ½" a una separación de 20 cm. entre estribo y estribo, utilizando como refuerzo adicional acero longitudinal de 3/4" para efectos de temperatura y flexión.

Antes de iniciar el vaciado del concreto hidráulico al molde, este debió contar con las dimensiones de proyecto, estar perfectamente bien alineado y nivelado, así como contar con todo el armado requerido de proyecto. Habiendo estado correctamente lo antes expuesto se coloca el

concreto vaciándose este por las preparaciones dejadas en el prefabricado para la realización del colado. El concreto empleado tiene una resistencia de $f_c = 300 \text{ Kg/cm}^2$, con un revenimiento de 12 cm. por causa de la altura se tubo que utilizar una bomba para concreto tipo pluma, el tamaño máximo del agregado fue de $3/4"$, con un aditivo del tipo fluidizante para mejorar la trabajabilidad y evitar oquedades.

Concluido el colado se procede a curar el concreto con una membrana impermeable que se coloca al empezar el fraguado inicial. La obra falsa es retirada hasta alcanzar el 80% de la resistencia del concreto. Cumpliendo esta resistencia se procede a decimbrar y brindarle a la superficie expuesta del diafragma un acabado en las partes donde presente imperfecciones, ya que esta estructura queda a la vista.

IV.2.3 Losas (Firme de compresion).

Para lograr un sistema monolitico con las trabes entre cada apoyo, se construyó una losa de 8 cm. de espesor a base de concreto hidráulico cuyo $f_c = 300 \text{ Kg/cm}^2$, acero de refuerzo tanto en el sentido longitudinal como en el transversal es de $f_r = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, en un solo lecho. Para la construcción de la parrilla se empleo acero de refuerzo de $1/2"$ en el sentido longitudinal a cada 20 cm. siendo continua en todo lo largo del puente y en el sentido transversal el refuerzo se realizó con varilla de $3/4"$ a cada 25 cm.

El procedimiento constructivo consistia en: eliminar todos los residuos sólidos sobre las trabes, así como el cimbrar las separaciones longitudinales entre trabe y trabe y uniones transversales entre las trabes donde se construyó una trabe denominada trabe de borde, cuya función es la unión monolitica en los apoyos entre trabe y trabe y en los apoyos móviles es darle continuidad a una y otra trabe pero dejando una olgura de 3 cm. para observar los movimientos debido a la dilatación y contracción (ver figuras 4.2.3.1 y 4.2.3.2). Después de haber cimbrado haciendo uso de madera de pino, sujeta a los bastones que vienen empotrados a las trabes mediante alambre recoído, se procedió a el habilitado y armado de las trabes de borde. Para la trabe de borde correspondiente al apoyo fijo se hizo el armado empleando varilla $3/4"$ en el sentido longitudinal y empleando un total de 6 varillas en el lecho interior repartidas en los 53 cm. que tiene de ancho la trabe descontando 8cm. Para el recubrimiento; en el lecho superior con el mismo armado del firme de compresión en el sentido transversal dando forma con seis varillas de $3/4"$ sujetas estas con las del lecho inferior con estribos entrelazados a cada 20 cm interrumpiéndose únicamente cuando se interpone la nariz de las trabes centrales, como se refirió anteriormente estos estribos, se entrelazan sujetando cuatro varillas cada uno en una misma sección; cabe señalar que a cada 60 cm. estos estribos el lado superior que es paralelo en el firme estructural continúa en forma de baston 80 cm. para que de esta forma se anclara la trabe de borde con el firme. La dimensión de los estribos fue de 45 cm. por 25 cm., el peralte de la trabe es de 33 cm. y el acero empleado es estructural con un $f_r = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ (ver figura 4.2.3.3).

En los apoyos móviles se construyeron dos traveses que a su vez dan forma a un sólo elemento, debido a que es necesario dejar un espacio para absorber los movimientos de la estructura. De igual forma que en los apoyos fijos la mitad de la trabe de borde que colinda con la trabe de apoyo se hace uso del acero de refuerzo del firme de compresión para el lecho superior de la trabe que tiene 3 varillas de 3/4", se confina el elemento con estribos a cada 20 cm. con una varilla de 1/2" de forma rectangular con dimensiones de 25 X 17 cm. Para la mitad restante de la trabe de borde que colinda con la trabe central, el lado superior del armado se forma con tres varillas de 3/4" que vienen empotrados en el prefabricado siendo la única actividad a realizar, al posicionarlo de manera perpendicular al eje de la trabe prefabricada para el lecho inferior igual que en el caso anterior, para la mitad del elemento colindante con la trabe de apoyo esta compuesta de tres varillas de 3/4" confinada ambos lechos con estribos a cada 20 cm. cuyas dimensiones son de 45 X 20cm. y de 35 X 20 cm.

El espacio entre los dos elementos que conforman la trabe de borde en el apoyo móvil se coloca una placa de celotex a todo lo largo a manera de dejar perfectamente sellada la junta. Así también sobre esta junta pero por la parte superior se colocó una banda de neopreno de 30 cm. de ancho a lo largo de la sección transversal.

Cimbradas y ancladas las traveses de borde, se procede a colocar el acero transversal y longitudinal del firme estructural de acuerdo a las especificaciones enunciadas en parrafos anteriores, y a su vez se van realizando los dobleses de todas las anclas dejadas en las traveses para que la parrilla del firme quede perfectamente adherida a la estructura inferior, así también como los elementos prefabricados en la parte superior del patín se deja un acabado rugoso, esto produce una adherencia entre las traveses y el firme estructural.

Otras preparaciones que se realizan en esta etapa es la del anclaje del parapeto que se detalla en el subtema en cuestión, así también se dejan empotradas las anclas para cimentar y sujetar los postes de alumbrado sobre puente, anclado a la tubería para canalizar el cableado para el mismo alumbrado sobre puente y el de bajo puente.

Al terminar con el armado de la parrilla, traveses de borde y todas las preparaciones para las estructuras que se tienen que desplantar a partir de la losa de compresión, se procede a colar mediante el empleo de una bomba, el concreto, como ya se mencionó tiene una resistencia $f'c=300 \text{ Kg/cm}^2$ y el uso de una regla terminadora con alcance transversal de 10.50 m., antes del colado se procedió a humedecer el área con 24 hrs. de anticipación, manteniéndose dicha humedad. El colado se realizó en varias etapas de acuerdo a como se libran los tramos, se cuidó que las juntas nunca coincidieran con el apoyo móvil o cerca de este, el acabado del firme es rugoso para que posteriormente la mezcla asfáltica tenga adherencia. Concluida cada etapa de colado se procedía a curar el concreto, mediante una membrana impermeable (película de cemento). Cabe señalar que al mismo tiempo de colar el firme de compresión se colaron las traveses de borde.

IV.2.4 Pavimentos

Colado y fraguado el firme estructural del puente y aireplen se procedió a realizar el riego de liga a toda la superficie en proporción de 1.2 lt m² en su modalidad de producto asfáltico ER-3, para su aplicación el área donde se colocará la carpeta estuvo seca y libre de partículas sueltas. Otra de las recomendaciones para la colocación del riego de liga es si existiera una alta probabilidad de lluvia no se colocaría. La manera en la cual se colocó, es mediante el uso de una pipa con aspersor por lo que su aplicación fue rápida y únicamente se realizaba el riego en la superficie que se tenía planeado colocar carpeta asfáltica. El riego fue a base de material asfáltico rebajado de fraguado rápido o su equivalente con las características siguientes:

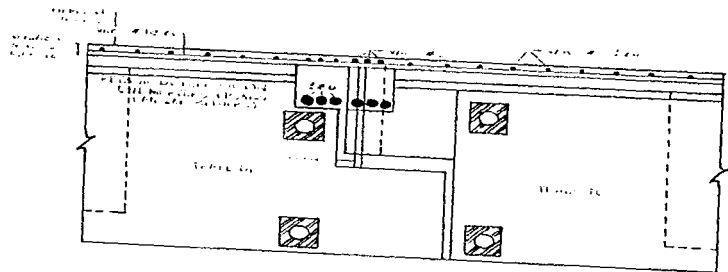
Producto Asfáltico	ER-3 o su equivalente
Relación	0.6lt m ² = 0.2 lt m ²

Transeurridos 30 minutos de haber aplicado el riego de liga se procedió a colocar la carpeta asfáltica, mediante el tendido y compactado de mezcla asfáltica elaborada en caliente en una planta estacionaria, utilizando cemento asfáltico. La carpeta cumplió con las siguientes características:

Espesor	5 cm.
Compactación Marshall	95% mínimo
Temperatura de colocación	110 - 120°C
Temperatura de terminado	70°C (mínimo)
Permeabilidad	6% (máximo)

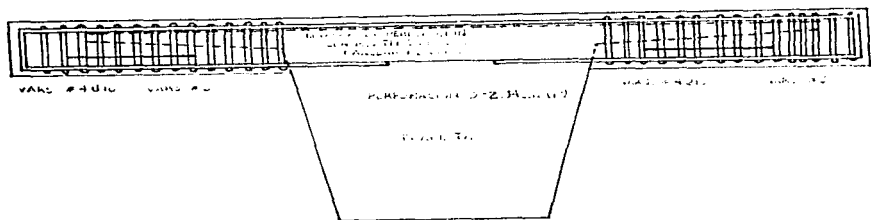
La carpeta definitiva esta forma por dos capas, una de estructura cerrada y otra de estructura abierta (open graded); la primera con un espesor de 5 cm. y la segunda de 2 cm. El procedimiento constructivo consistió en: hecho el riego de liga se realizaba el manto, que es la colocación de mezcla asfáltica manualmente sobre la superficie donde se colocará la carpeta, para que el riego no se impregne en los neumáticos de la terminadora así como en la de los camiones que transportan la mezcla. Inmediatamente de haber concluido el manto la terminadora se coloca en posición para recibir la mezcla e ir colocando la misma con un espesor uniforme de 6.5 cm., conforme se va compactando se va reduciendo el espesor quedando a 5 cm. como lo marca el proyecto.

La mezcla colocada por la terminadora se compacta hasta que su temperatura alcance los 70°C. El primer compactador empleado es de rodillo liso con un peso de 7 a 8 ton, realizando 10 ciclos completos sobre la carpeta, concluido el uso del mismo se procedió a continuar la compactación con otro compactador de rodillo liso con un peso de 12 ton, realizando el mismo número de ciclos; el objetivo es el de cerrar la estructura de la carpeta a cada ciclo que realiza el compactador. Finalmente concluye el proceso de compactación con el empleo de un

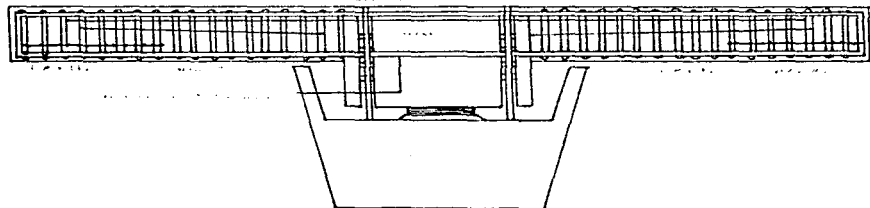


CONEXION DE TRABES TA Y TC
 APOYO FIJO Y
 APOYO MOVIL

Figura No 4.2.3.1



CORTE
APOYO FIJO



CORTE
APOYO FIJO

Figura No 4.2.3.2

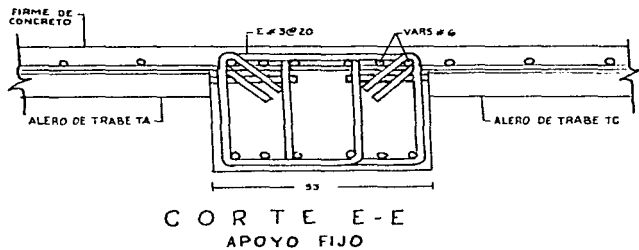
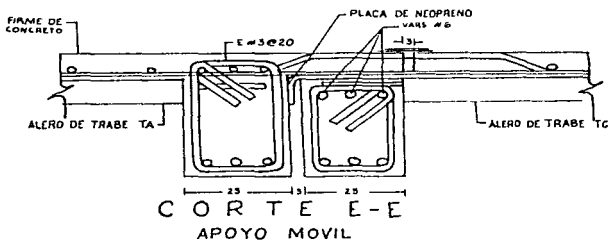
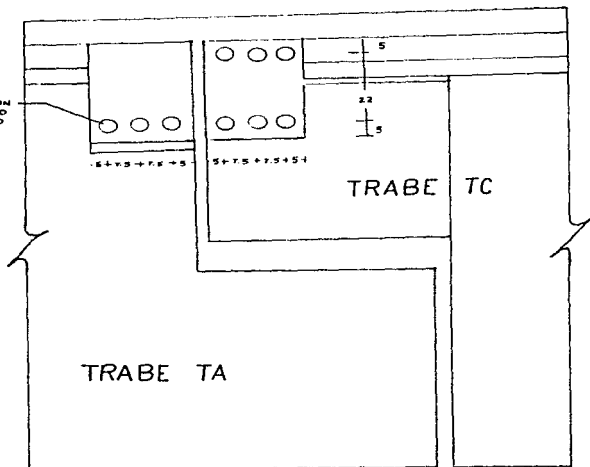


Figura No 4.2.3.3

RETACAR LA PERFORACION
CON MORTERO EMPUJADO
Y ANCLAR REFUERZO



UBICACION DE PERFORACIONES

Figura No 4.2.3.3a

compactador de neumáticos teniendo como función principal el de cerrar la superficie del pavimento y borrar las marcas dejadas sobre el área de contacto de los compactadores anteriores en la carpeta. El procedimiento es continuo para aprovechar la temperatura de la mezcla asfáltica.

Colocada la carpeta y realizada la compactación de proyecto se procedió a la colocación de la carpeta de estructura abierta (open graded), en esta se volvía a realizar un riego de liga en proporción de 0.7 l/m² sobre la carpeta colocada. El procedimiento continuaba siendo similar, como en el caso anterior, con la única variación en cuanto a la temperatura ya que este se coloca a una temperatura de 130°C. Simultáneamente a la colocación se compactaba. A consecuencia de la falta de finos dentro de la mezcla quedaban gran cantidad de vacíos, por lo que su enfriamiento era rápido. La terminadora empleada para tender el open graded es del tipo convencional.

Las características del material pétreo y cemento asfáltico de la mezcla cumplieron las siguientes especificaciones:

Material pétreo

Material triturado

Característica	zona I (fig. No.)
Tamaño máximo	1"
Contracción lineal	2% máximo
Desgaste	40% máximo
Absorción	7% máximo
Partículas de forma alargada	35% máximo
Equivalente de arena	55% máximo

Cemento asfáltico

Tipo.	No. 6
Penetración . 100 g., 5 s.,	25°C., 90-100°C.
Viscosidad Sayboolt-Furol (135°C) .	85 mínimo
Inflamación Cleveland .	230°C. mínimo
Reblandecimiento.	50°C. mínimo
Solubilidad en tetracloruro de carbono.	99.5% mínimo
Ductividad .	25-100 cm.

Prueba de la película delgada, 50 cm², 5 hrs., 163°C.

Penetración retenida	50% máximo
Pérdida por calentamiento	1% máximo

La afinidad con el material pétreo deberá cumplir con:

Desprendimiento por fricción	25% máximo
Cubrimiento con asfalto	90% máximo
Pérdida por estabilidad por inmersión al agua	25% máximo

Mezcla asfáltica (especificaciones)

Estabilidad	700 Kg. mínimo
Flujo	2 - 4 mm.
Porcentaje de vacíos (VAVD)	12% mínimo

La conexión entre los pavimentos de la vialidad y los de las rampas de aireplen y terraplen se realizó de forma escalonada en el caso del lado sur (como lo muestra la figura 4.2.4.1) y en el lado norte mediante una losa de aproximación de 3 m. sobre la cual se coloca la carpeta asfáltica de unión.

IV.2.5 Rampas

Para salvar el desnivel entre el puente y el nivel de la vialidad se procedió a la construcción de un aireplen en el lado norte, uno en cada una de las dos rampas, en el lado sur se construyó una rampa combinándose dos estructuras distintas a su vez, las cuales son terraplen y aireplen. Cada aireplen está constituido por un cajón de cimentación bajo el muro estribo y una rampa de conexión formadas por dos muros de contención, losas y contratabes. En general el cajón se desplantó a 4 m. de profundidad y la rampa a 1,0 m. con respecto al nivel del terreno natural, sin embargo los niveles que rigieron fueron los establecidos en el proyecto geométrico.

Las excavaciones se realizaron en una sola etapa, tomando en consideración el abatimiento del nivel frático, que se realizó siguiendo el procedimiento hecho en los cajones de cimentación. La excavación se realizó con equipo siguiendo la geometría indicada en proyecto.

La excavación para la estructura de rampa se efectuó abriendo caja, con cortes verticales, teniendo 50 cm. de sobreexcavación para poder realizar los trabajos necesarios, la caja debería permanecer abierta como tiempo máximo tres semanas, para evitar el hufamiento del terreno. En cuanto a la excavación para el cajón bajo los estribos, se realizó empleando taludes cuya

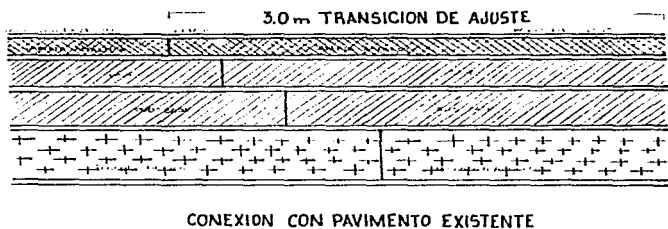


Figura No 4.2.4.1

relación vertical-horizontal fué de 1:0.3 y cuya proyección horizontal ocupó en los lados 50 cm. mayores a las líneas de proyecto; esta excavación debería permanecer abierta como máximo una semana. Teniéndose contemplado en caso de presentar grietas longitudinales paralelas a la excavación o exceder el tiempo de exposición, construir un confinamiento a base de perfiles laminados y madera en todo el perímetro de la excavación o en su defecto debieron tenderse los taludes hasta alcanzar una relación vertical-horizontal 1:1 y protegerlo con concreto lanzado y malla tipo gallinero.

Llegada la excavación al nivel de proyecto se escarificó a una profundidad de 15 cm., retirando cualquier material que pudiera ser nocivo al comportamiento del aireplen, como materia orgánica, materiales con excesiva humedad y consistencia muy blanda, cascajo y fragmentos líticos mayores a 4". Posteriormente se recompactó al 85% (mínimo) respecto a la prueba AASHITO estándar en los casos en donde no se pudo se omitió la escarificación y se colocó material rompedor de capilaridad (rezonile) propiciando la incrustación hasta obtener una superficie de trabajo uniforme.

Una vez que se alcanzó el nivel de desplante de proyecto y el área de la estructura excavada, se colocó una plantilla de concreto pobre f_c 100 Kg/cm² de 5 cm. de espesor cubriendo únicamente el área de la estructura.

Realizada la excavación se procedió a realizar los armados de los muros y losas del cajón de cimentación bajo el muro estribo, continuando con el armado de la losa fondo y contratraves de la rampa, concluyendo con el armado de la losa tapa de conexión; el armado en el muro estribo se empezó hacer a la par que el de la rampa. La resistencia del acero empleado en el aireplen fué de f_y 4200 kg/cm², los diámetros de la varilla corrugada fueron en el refuerzo principal de 1 1/2" en el cajón de cimentación y contratraves en la zona de rampa de conexión. En el muro estribo y trabe antisísmico fué de 1 1/4" y de 3/4"; los estribos empleados en todo el muro estribo, cajón de aireplen y rampa fueron de 1/2", así como el refuerzo por temperatura.

Los traslapes, ganchos, anclajes, detalles en estribos, unión en varillas de 1 1/2" se detallan en el cuadro IV.1.5.

Las especificaciones seguidas son las empleadas para los cajones de cimentación las cuales se detallarán en el capítulo IV de construcción, inciso IV.1.6 construcción de cajones de cimentación.

Una vez Armados los muros de contención del cajón de aireplen, la losa fondo, contratraves y la losa tapa, así como los muros del estribo se procedió a cimbrar utilizando madera de pino de tercera y/o triplay de 1 1/2".

La cimbra se ajustó a la geometría de los elementos en cuento a sus dimensiones y forma, teniendo una separación mínima entre acero y cimbra de 4 cm, colocándose de acuerdo al proyecto, quedando suficientemente fija para soportar las presiones del concreto y evitando de esta forma deformaciones en los elementos.

Antes de la colocación de la cimbra esta se impregnó de un lubricante para evitar la adherencia del concreto con la madera; el acabado en los muros de la rampa en las caras exteriores fué aparente por lo que se empleó cimbra nueva y en las partes internas se utilizó cimbra de acabado común.

Cimbrados los elementos, estando perfectamente alineados y rigidizados tanto el armado como la cimbra esta última se procede a colar con concreto de $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$. Cabe señalar que se coló a la par tanto losa fondo en el cajón de aireplen como muros de contención y contratraves, para evitar juntas constructivas bajo el nivel de aguas frías y cerca de estas. Colados los muros de contención y contratraves hasta el nivel de proyecto se procedió a colar la losa tapa, el muro estribo y rampas.

El revenimiento de proyecto para los concretos utilizados en rampas fué de 12 cm, debido a la dimensión de los elementos por colar y a la saturación de acero en algunas contratraves primordialmente. El agregado grueso fué de 3/4" (19 mm) de roca caliza.

El concreto se colocó empleando bomba telescópica con alcance de 25 m, debido a la dimensión del aireplen y el muro estribo así como por la rapidez en el colado. Durante el manejo y colocación del concreto se evitó la separación de los agregados y con esto se evitó tener acabados defectuosos y conseguir una homogeneidad en todo el elemento estructural. La caída del concreto fué en forma vertical y a una altura no mayor de 1 m y sin interferencias, únicamente la de los armados.

El Concreto se fue colocando en capas horizontales de espesores no mayores a 60 cm, en muros y contratraves evitando capas y juntas inclinadas procurando que la capa inferior a la que se esta colando este fresca para realizar un vibrado conjunto y con esto integrarlas.

Durante la colocación del concreto en la losa fondo, losa intermedia y losa tapa del cajón de aireplen y muro estribo, se colocó el concreto atrás de la mezcla ya colocada y no quedando sobre el concreto ya colocado.

El vibrado se efectuó en todos los colados para evitar burbujas de aire y que hubiera penetración del mismo en todo el molde, así como para facilitar la adherencia del concreto al acero.

El descimbrado en muros y contratraves se realizó al siguiente día de haberse colado, en losas tapa fué a los 7 días apuntalando dichos elementos para evitar deformaciones. Se revisó que no existieran oquedades en el concreto, que la geometría estuviera de acuerdo al proyecto, que el acabado aparente estuviera en los muros laterales de la rampa y en los muros estribos y el acabado rugoso en losa tapa para tener adherencia con la carpeta asfáltica y formar una estructura de rodamiento eficiente.

Descimbrados los elementos se realizó el curado, procedimiento mediante el cual se evita la pérdida de agua de la mezcla de un elemento de concreto por evaporación, además de que

permite la completa hidratación del concreto. El procedimiento utilizado fué a través de una membrana impermeable.

Terminada la construcción de cajón de cimentación, muro estribo y rampa, en la losa superior de la rampa que a su vez es la superficie de rodamiento de enlace y sirviendo de transición entre la estructura del puente y la vialidad, se hace una transición de la rampa a la rasante y la vialidad mediante una losa de aproximación, que consiste en una losa de concreto armado. El armado realizó con varilla corrugada de 1/2" en ambos sentidos con una separación de 20 cm, anclada al armado de la rampa con las mismas características en cuanto a el armado y el espesor de 15 cm, por lo que se rompió parte de la carpeta asfáltica ya existente. La dimensión de la losa de transición es de 3 m. de largo por el ancho de la rampa. Esta losa se utilizó solamente en el extremo norte del puente ya que en el lado sur se realizó la transición por medio de un terraplen.

Los volúmenes de sobre-excavación en la estructura de aireplen fueron rellenados ya descimbrados todos los elementos. Dicho relleno se hizo con tepetate compactado al 85% Proctor, finalmente se realizaron trabajos de detalle como son: embellecimiento de acabados aparentes, realización de guarniciones sobre la losa tapa, así como el acabado de pecho de paloma en los alerones para darle continuidad al acabado de las trabes prefabricados.

El aireplen se tuneó ya que se optó por continuar con el terraplen debido al costo que representaba continuar con la estructura de aireplen.

El terraplen se construyó de acuerdo a las siguientes especificaciones:

Se excavó toda el área restante de aireplen no construido conforme al proyecto original, cuyo nivel está bajo el nivel del terreno natural, al mismo nivel del muro estribo la excavación se realizó en una sola etapa.

El fondo de la excavación se escarificó a -15 cm, con respecto al nivel de terreno natural (NTN), retirando todo el material que pudiera ser nocivo al comportamiento del terraplen como lo es el material orgánico, materiales que absorben líquidos o materiales muy blandos, materiales de antiguas construcciones y materiales líticos mayores a 10 cm. Posteriormente se compactó al 90% respecto a la prueba AASHTO estándar, debido a la calidad de suelo se tomó como solución la utilización de una membrana geotextil para reducir el espesor de tezontle ya que cumple con la función de rompedor de capilaridad; colocada la membrana geotextil se hizo un relleno aligerado de tezontle, en capas de 50 cm máximo a todo lo ancho y hasta el nivel de desplante de la sub-base del pavimento. El tezontle colocado no contiene más del 30% de fragmentos mayores a 4" y no más de 5% de fragmentos mayores de 8", la selección de los materiales se hizo mediante cribado en banco.

En el desplante, así como en la sub-rasante se procuró que la granulometría del tezontle fuera predominantemente arenosa y preferentemente se ubicó dentro del área que marcan las tres zonas de la figura 4.2.5.1, para garantizar un aspecto cerrado en estas superficies. El tezontle se colocó en capas de espesor máximo de 50 cm.

Durante esta etapa se colocaron las estructuras de drenaje y de instalación eléctrica, una vez colocadas e instaladas las estructuras se dieron los niveles y pendientes de proyecto a fin de mantenerse constante el espesor del pavimento. Colocado el relleno aligerado y alcanzando el nivel de desplante de la sub-base, se colocó una cubierta a base de una membrana impermeable (geotextil).

Cabe señalar que para la construcción del terraplen se construyeron muros de concreto armado paralelos al eje del puente, colindantes en ambas laterales de Francisco del Paso y Troncoso, sustentados sobre una zapata corrida en una misma dirección. El acero utilizado fué de $f_c=4200 \text{ Kg/cm}^2$, usando varillas de 3/4" para el refuerzo por temperatura. El concreto utilizado fue de clase I tipo estructural cuyo $P_c=250 \text{ kg/cm}^2$ premezclado en planta.

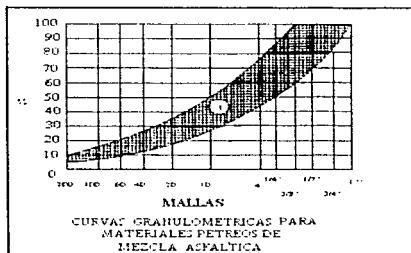
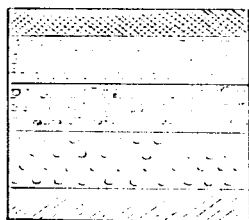


Fig. 4.2.5.1

El pavimento utilizado fué del tipo flexible colocado sobre el terraplen aligerado, el cual está sustentado sobre una capa sub-rasante formada por el relleno de tezontle, a continuación de esta se construyó las capas de sub-base y carpeta asfáltica, hasta la conexión con la vialidad de acuerdo a la figura 4.2.5.2.

Como se indica en el párrafo anterior la capa sub-base se coloca sobre el terraplen aligerado y previa colocación de la membrana geotextil, cumpliendo con las características siguientes:

Espesor	20 cm.
Compactación AASHTO modificada	95% mínimo
Granulometría preferente	Zona 2 Fig.4.2.5.1
Tamaño máximo del agregado	1 1/2"



CARRETES

SECCION DE PAVIMENTO

Figura No 4.2.5.2

Contenidos de finos	20% mínimo
Valor relativo de soporte	80% mínimo
Equivalente de arena	35% mínimo
Valor cementante	3 Kg/cm ²

Las características del material que pasan la malla No. 200 son las siguientes:

Límite líquido	30% máximo
Índice plástico	6% máximo
Contracción lineal	4% máximo

La sub-base se formó con dos capas cuyo espesor máximo de cualquiera de ellas estuvo regida de acuerdo a especificaciones con 60% del total debiéndose compactar con equipo al 95% de la prueba AASHTO modificada.

Para dar por terminada la construcción de la capa sub-base se verificó el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo a lo ya especificado con las siguientes tolerancias:

Ancho de sección	2 cm.
Nivel de superficie	1 cm.
Pendiente transversal	0.5%
Profundidad de depresiones con regla	2.0 cm - 1.5 cm.
Espesor	6%

En lo referente a la compactación esta tuvo un rango de variación resultado de pruebas de 2%, siempre y cuando no rebasara en un 20% de las calas volumétricas realizadas, las cuales fueron obtenidas por cada 50 m³ de material colocado.

Habiendo cumplido con la construcción de la sub-base, se construyó la capa base con las siguientes características:

Espesor	15 cm.
Compactación AASHTO modificada	100% mínimo
Granulometría preferente	Zona 1 Fig.4.2.5.1
Tamaño máximo del agregado	1 1/2"
Contenidos de finos	10% mínimo
Valor relativo de soporte	100% mínimo

Equivalente de arena	-10% mínimo
Valor cementante	3 Kg/cm ²

El material que pasa la malla No. 200 debe cumplir con:

Límite líquido	30% máximo
Índice plástico	6% máximo
Constricción lineal	3.5% máximo

La base se formó con dos capas de 10 cm. y 5 cm. de espesor ambas se compactaron con equipo vibratorio. De igual forma que la sub-base se verificó la alineación, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo con el proyecto, con las siguientes tolerancias:

Ancho de sección	± 2 cm.
Nivel de superficie	± 1 cm.
Pendiente transversal	
0.5° Profundidad de depresiones con regla	± 0.0 cm - 1.0 cm.
Espesor	± 6%

Se aceptó en la compactación una variación de 2% en el 20% de las calas volumétricas realizadas.

Una vez que se verificaron las características de la base conforme a proyecto, así como seca y libre de partículas sueltas, se aplicó el riego de impregnación con las siguientes características:

Producto Asfáltico	FM-1
Relación	1.2 Lt/m ²
Penetración	4 mm mínimo
Absorción total	24 hrs. máximo

La relación producto asfáltico/área varió en función del contenido de finos, pero siempre queda entre 1.2 y 1.6 lts./m².

El riego se aplicó durante las horas más calurosas, cuando existieran acumulaciones excesivas de asfalto se retiraron con cepillos, cuando hubo posibilidad de lluvia esta actividad se pospuso y la base se protegió mediante el sellado con rodillo neumático o bien con membrana de polietileno. La base impregnada se cerró al tráfico por 48 hrs. mínimo.

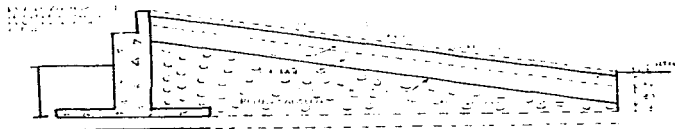
Transcurridas 48 hrs. de aplicado el riego de impregnación en zona de terraplen, se procedió a aplicar el riego de liga sobre la base, al mismo tiempo se aplicaba el riego de liga en el firme de compresión en la zona de trabes y sobre la losa del aireplen, siempre y cuando permaneciera seco y libre de partículas sueltas y no existiera posibilidad de lluvia. El riego fué a base de

material asfáltico rebajado de fraguado rápido o su equivalente con las siguientes características:

Producto asfáltico	FR-3 o su equivalente
Relación	$0.6 \pm 0.2 \text{ l.s./m}^2$

Trascurridos 30 minutos del riego de liga se formó la carpeta asfáltica, mediante el tendido y compactado de mezcla elaborado en caliente, en una planta estacionaria; utilizando cemento asfáltico.

Las características de la carpeta se detalló en el inciso IV.2.4 de pavimentos. Así como también la sección de terraplen de detalla en la figura 4.2.5.3.



SECCION DE TERRAPLEN DE ACCESO

Figura No 4.2.5.3

IV.3 ACABADOS

Los acabados en toda obra vial son elementos que dan caracter, dimensión, confort y seguridad tanto a los peatones como a los conductores, de acuerdo al estudio de prefactibilidad, el proyecto definitivo de cada uno de los acabados están acordes al proyecto geométrico y estructural además de formar con ellos un conjunto estático y de identificación o de referencia para los pobladores.

IV.3.1 Guarniciones y Banquetas

Son los espacios de la obra vial destinada al libre tránsito del peatón teniendo además la función de alojar instalaciones aéreas y subterráneas tales como: jardines, inmobiliario urbano, señalamiento y motivos ornamentales especiales. Las guarniciones usadas sobre el puente no fueron las convencionales ya que son de forma trapezoidal, pero varían en dimensiones teniendo una base mayor de 52 cm. y una base menor de 32 cm., dicha guarnición está armada con acero longitudinal con un número de 6 varillas de $\frac{1}{2}$ " y estribos de geometría trapezoidal a cada 20 cm., dicha guarnición está empotrada a partir del firme estructural, la luz de la guarnición existente es de 25 cm. El concreto empleado tiene un $f_c=250 \text{ Kg/cm}^2$.

Las guarniciones usadas excepto la arriba descrita son las comunes en cuanto a su geometría la cual es trapezoidal teniendo las siguientes dimensiones: base mayor 20 cm, base menor 15 cm, altura 50 cm. En todos los casos se empleó una luz de guarnición de 25 cm. Estas guarniciones se construyeron para delimitar las laterales de Francisco del Paso y Troncoso, ya que las que anteriormente existían sufrieron modificaciones debido al trazo del puente. En el Eje 3 Sur y en la glorieta del Viaducto Río de la Piedad de igual forma se emplearon, para delimitar las áreas del estacionamiento bajo puente, para las banquetas y para el cruce de peatones. El concreto empleado para estas guarniciones es de una resistencia igual a $f_c=200 \text{ Kg/cm}^2$.

Las banquetas fueron construidas sobre el Eje 3 Sur teniendo como principal función el tránsito del peatón, la geometría de estos son de 1.50 m. de ancho por lo largo requerido, pero haciendo módulos de 3.00 m. y un peralte de 10 cm.; el concreto empleado es de una resistencia igual a $f_c=150 \text{ Kg/cm}^2$. En la glorieta de Viaducto Río de la Piedad se construyeron banquetas, así como en los retornos existentes bajo el puente.

IV.3.2 Señalamiento Vertical y Horizontal

El propósito de los dispositivos para el control del tránsito, así como las justificaciones para sus diferentes usos, es ayudar a preservar la seguridad, procurar el ordenamiento de los movimientos predecibles de todo el tránsito, a través del Sistema Nacional de Comunicaciones, y proporcionar la información y prevención a los usuarios para garantizar su seguridad y dar mejor flujo vehicular. Los dispositivos y obras para el control del tránsito no deben ser utilizados como medio de publicidad.

El proyecto de los dispositivos para el control del tránsito, asegura que sus características de tamaños, contrastes, colores, formas, composición e iluminación o efecto reflejante, donde se precise, se combinan para llamar la atención del usuario. Así como el diseño, forma, tamaño, colores y simplicidad del mensaje, se combinan para proporcionar un significado comprensible. La legibilidad y el tamaño se complementan con su localización, a fin de que exista el tiempo suficiente para una reacción correcta, aunado a la legibilidad, racionalidad y tamaño de los dispositivos.

Para su aplicación el proyectista aseguró de que dichos dispositivos cumplieran adecuadamente con los requisitos del puente vehicular Eje 3 Ote-Viaducto. Por otro lado la ubicación de los mismos están dentro de los límites del cono visual del usuario, para llamar la atención y poder captar su significado. Su localización (ver croquis) combinada con su legibilidad, es tal, que el usuario tiene tiempo suficiente para actuar adecuadamente.

El señalamiento está colocado y opera en cada caso, de una manera uniforme y consistente para que los usuarios respondan adecuadamente al observarlos en cualquier lugar, la uniformidad de los dispositivos para el control del tránsito fué uno de los puntos que el proyectista puso mayor énfasis, debido a que ayuda a reconocerlos y a interpretarlos de mejor manera, beneficiando a los usuarios y a la policía, permitiendo a todos la misma interpretación, también facilitó la resolución de problemas de señalización y economizó en la fabricación, colocación y conservación de señales.

Existen dos tipos de señalamiento: horizontal y vertical.

- Señalamiento vertical.

Las señales son placas fijadas en postes o estructuras, con símbolos, leyendas o ambas, que tiene por objeto prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza.

Determinadas restricciones o prohibiciones limitan los movimientos sobre las calles o caminos proporcionando la información necesaria para facilitar sus desplazamientos.

En cuanto a su función, el señalamiento vertical se clasifica en: preventivo, restrictivo e informativo; las cuales fueron utilizadas dentro del señalamiento vertical suministrado a la obra. A continuación se explica su función, localización, características y número de señalizaciones.

Señalamiento vertical preventivo.

Se utilizan cuando es necesario prevenir a los usuarios de situaciones peligrosas, existentes o potenciales, sobre o a un lado del camino.

La señal en sí debe provocar que el conductor adopte medidas de precaución y llamar su atención hacia una disminución de la velocidad o a efectuar una maniobra con el interés de su propia seguridad o la de otro vehículo o boquilla. El uso de señales preventivas se uso al mínimo a causa de no entorpecer a los usuarios y estos puedan a su vez perder el respeto a todas las señales.

La justificación al emplear las señales preventivas fueron las siguientes:

- 1.- Cambio en el alineamiento horizontal
- 2.- Intercambio de caminos o calle.
- 3.- Aviso anticipado de señalamientos de control por obras en el camino.
- 4.- Reducción o aumento en el número de carriles.
- 5.- Cambios de ancho en el pavimento.
- 6.- Paso de peatones.
- 7.- Proximidad de un cruceo en donde debe de hacerse alto.
- 8.- Velocidad permisible

Las dimensiones del señalamiento son de 61 X 61 cm. para todas las placas y para la placa adicional es de 45 X 45 cm. para velocidad de precaución.

Los colores de las señales preventivas son en acabado mate o reflejante, de color amarillo para el fondo y negro para los símbolos, leyendas, caracteres y filete.

Señalamiento vertical restrictivo.

Las señales restrictivas tienen el propósito de informar a los usuarios, tanto en zonas rurales como en zonas urbanas, de la existencia de reglamentaciones que rigen el tránsito de vehículos y peatones, estas señales se colocaron en el lugar donde exista una limitación o una prohibición, el mensaje de la señal deberá indicar, claramente, los requerimientos impuestos por la restricción, y será legible y visible para el conductor del vehículo o boquilla.

Las señales restrictivas utilizadas en el puente vehicular y laterales de la vía son las siguientes:

- 1.- Serie de derecho de paso.
 - a- Alto
 - b- Seda el paso.
- 2.- Serie de velocidad
 - a- Máxima
- 3.- Serie de movimientos
 - a- Circulación
 - b- No circulación
- 4.- Serie de mandato
 - a- Prohibido el retomo

5.- Serie de estacionamiento

a.- Prohibido estacionarse

La distancia lateral de colocación entre las orilla interior de la placa de la señal y la orilla de la acera será de 30 cm mínimo, así como la altura en la cuál se colocó esta placa es de 2,00 m, a partir de la parte inferior de la placa hasta el nivel de acera, colocándose siempre en forma vertical.

Las dimensiones del señalamiento vertical restrictivo son en todos los casos de 61 X 61 cm, de lado, excepto la de alto y la de ceda el paso. La señal de alto es de forma octagonal teniendo 30 cm, por lado y la de ceda el paso tiene forma de un triángulo equilátero cuya dimensión por cada lado es de 60 cm.

Todas las señales tendrán al fondo color blanco excepto la de alto. El anillo y la franja diagonal en rojo; el filete, letras y símbolos en negro. La señal de alto en fondo rojo, con letras y filete en blanco. El color de fondo de las señales restrictivas fué de acabado reflejante en todos los casos.

Señalamiento vertical informativo.

Son láminas fijas en postes o estructuras, con leyendas y/o símbolos y/o números cuyo objetivo es proporcionar información al usuario sobre nombres, distancias y direcciones de ciudades, poblados u otros destinos; dando información útil en calles y carreteras de una manera sencilla y directa.

El señalamiento informativo a su vez se divide en:

- 1.- Identificación
- 2.- Destino
- 3.- Recomendación
- 4.- Información general
- 5.- Servicios

En el caso particular que compete al señalamiento del puente vehicular se empleó el listado anterior.

Para todas las señales de identificación en zonas urbanas la distancia entre la orilla de la lámina y la orilla de la acera, deberá de ser de 30 cm. Las señales de nomenclatura que se colocaron en todas las esquinas de las calles aledañas al puente vehicular fueron ubicadas en el lugar más visible de las esquinas y a una altura de 2,00 m, de la esquina inferior de la señal a la orilla de la acera. Las señales de ruta se colocaron a intervalos de 200 m, y siempre en aquellos lugares en donde la ruta cambie de dirección o se intersecten dos rutas diferentes (crucero), en este caso se colocaron las placas adicionales con la flecha correspondiente. De igual forma se procuro colocar las señales en los lugares más visibles para el conductor.

La altura mínima de la parte inferior de las señales bajas (ver relación) será de 2m. sobre el nivel de la acera, colocándose verticalmente.

El color para el señalamiento informativo vertical para las señales de nomenclatura fué: color blanco reflejante para el fondo (letras, números) y filete de color negro.

El señalamiento de destino en la modalidad de bandera y bandera doble fué de color verde para el fondo, letras y flechas en color blanco reflejante así como el filete. La altura a la cual se colocó este señalamiento es de 5.00 m. medidos entre la parte más alta de la superficie de rodamiento y la parte inferior de la lámina de la señal.

- Señalamiento horizontal

Son las marcas con las indicaciones que se aplican sobre la superficie de rodamiento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes a las vías de circulación a base de pintura, materiales termoplásticos o vialetas.

La pintura empleada sobre la superficie de la carpeta en los dos cuerpos que componen el puente vehicular Eje 3 Ote-Viaducto fué termoplástica, teniendo como características principales el de alta durabilidad, antiderrapante y espesor de marca de 2.5 mm. Así como también entre cada guión se colocaron vialetas. El conjunto de guiones y vialetas tienen como objetivo el delimitar claramente las partes de la calzada así como la separación entre carriles.

En las dos laterales de Francisco del Paso y Troncoso paralelas al puente vehicular se dispuso de líneas continuas separadoras de carril a todo lo largo, al igual que sobre puente todo el señalamiento horizontal fue a base de pintura termoplástica.

Estos tres tipos de señalamiento horizontal constituyen un excelente medio de señalización, pues guían al usuario sin distraer su vista del camino. No obstante, las marcas con pintura tienen algunas desventajas: la lluvia y la suciedad las enturbian, y el continuo paso vehicular termina por barrerlos aunque las vialetas no es pintura si no cuerpos sólidos con reflejante, sufre iguales repercusiones que la pintura.

El señalamiento horizontal empleado para esta obra fué el siguiente:

A.- Marcas en el pavimento

- M-3 Raya central doble continua.
- M-4 Raya separadora de carriles.
- M-7 Raya de parada.
- M-8 Rayas para cruce de peatones.
- M-9 Rayas para estacionamiento.
- M-11 Leyendas y símbolos para regular el uso de carriles.

M-14 Marcas en guarniciones para prohibición de estacionamiento.

M-17 Flechas.

M-22 Vialetas.

Colores.

Las marcas de color amarillo, fueron usadas para las guarniciones en los lugares de estacionamiento prohibido, es decir, a lo largo de ambas laterales paralelas al puente.

Las marcas en blanco, fueron empleadas para delimitar los carriles de las calzadas, lugares de estacionamiento, flechas, letreros, precisar los lugares de alto en cruce, pasos peatonales, raya doble central.

Características

M-3.- Raya central doble continua.

Se empleó para separar los dos carriles de circulación en ambas laterales del Eje 3 Ote. Son dos rayas continuas blancas de 10 cm. de ancho cada una, separadas entre sí e indican la circulación de transporte público.

M-4 Rayas separadas de carriles (guiones).

Se usaron para delimitar los carriles sobre puente, ya que por cada cuerpo había que dividir cada uno de los tres carriles, siendo discontinuos con una geometría de 2,5 m. de largo por 10 cm. de ancho y una separación entre cada uno de 5 m. Siendo de color blanca reflejante de material termoplástico.

M-7 Raya de parada

Es una raya continua, blanca y de ancho igual a 60 cm. Cruza todos los carriles que tengan tránsito en el mismo sentido. Se emplea en los cruces de Francisco del Paso y Troncoso en ambos sentidos con el cruce de Eje 3 Sur, así como también con el cruce de Azafraán en ambos sentidos, ya que existe un cruce semaforizado. Las rayas de parada, se trazaron paralelamente a las de cruce de peatones más próximas y a una distancia de 1,20 m. antes de las mismas.

M-8 Rayas para cruce de peatones.

Consisten en dos rayas continuas paralelas transversalmente a la vía de circulación, con un ancho de 30 cm. blancas, trazadas a una separación de 2,0 m.

M-9 Rayas para estacionamiento.

Son las rayas que limitan los espacios para estacionamiento de vehículos. Son de color blanco y se emplearán bajo puente ya que se acondicionó gran parte de la proyección horizontal del puente para estacionamientos, creándose dos áreas de 350 cajones en total. Como se indicó anteriormente por medio de rayas blancas pintadas sobre el pavimento, perpendiculares a las guarniciones y con un ancho entre cada una de 2.50 m. y una longitud de 6.0 m. con ancho de línea de 10 cm.

M-11 Leyendas y símbolos para regular el uso de carriles.

Estas marcas se colocaron únicamente en las laterales del Eje 3 Ote. para confinar el carril de circulación del trolebús, pintándose la leyenda de "SOLO BUS", las laterales son de color blanco colocándose en la dirección del tránsito, alargadas, a manera de que para el conductor sean visibles. La altura de las letras son de 2.40 m. Y un largo de 3.20 m. para la leyenda "SOLO" y para "BUS" la altura es la misma, cambiando el largo que en este caso es de 2.30 m. La separación entre renglón y renglón es de 30 cm.

M-14 Marcas en guarniciones para prohibición de estacionamientos.

Al igual que en el caso anterior, en las laterales de Francisco del Paso y Troncoso se pintaron a todo lo largo de las guarniciones que colinda con la acera de color amarilla tal como lo indica el manual de dispositivos para el control de tránsito en zonas urbanas y suburbanas, para indicar los sitios en que está prohibido el estacionamiento de vehículos.

Estas marcas cubren tanto el área vertical como la horizontal de la guarnición. (luz de guarnición).

M-17 Flechas

Son marcas en el pavimento con forma de saeta, que indica las direcciones de circulación preferente. Estas flechas se utilizan como señal de orden para el conductor; las saetas sencillas o combinadas se colocan en cruces, derivaciones e intersecciones con calles.

Los tipos de flechas utilizados fueron preferentemente de frente, Frente derecha y frente izquierda como lo muestra el plano de señalamiento. Las flechas de frente derecha y frente izquierda fueron empleadas en la glorieta formada por la Av. Francisco del Paso y Troncoso y el Viaducto Río de la Piedad.

M-22 Vialetas.

Este tipo de señalamiento consiste en la instalación de cuerpos sólidos de superficie lisa, con estructura blanca reflejante, que sirven como complemento a las marcas de pintura en pavimentos, siendo de gran utilidad para la división de las vías de circulación, delimitación de carriles y marcado de obstáculos. Para la delimitación de los carriles se emplearon sobre puente en los dos cuerpos. Por otro lado sirvieron como indicador de obstáculos en la lateral oriente de

Francisco del Paso y Troncoso debido a que próximo a la glorieta del Viaducto existe un hospital con entrada y salida de ambulancias permanente, razón por la cual se emplearon. Las vialietas fueron ancladas por medio de una recina aposicia a una separación de 7.5 m. o entre cada una, teniendo como dimensión cada uno de estos elementos de 0.10 X 0.12 m. y altura de 3 cm.

Señalamiento para protección de obra.

Los dispositivos para protección en obras, son las señales y otros medios que se usan para controlar y guiar el tránsito, a través de calles y avenidas aledañas.

Estas señales fueron usadas previo y durante la construcción del puente vehicular Eje 3 Ote.- Viaducto, para proteger a los usuarios y trabajadores en las áreas en donde se llevaron a cabo los trabajos que tienen carácter transitorio.

La longitud que se cubrió con los dispositivos de protección fue de 1000 m. antes de la zona de obra sobre las avenidas involucradas como son: Viaducto, Eje 3 Sur, Eje 3 Ote., Fray Servando Teresa de Mier, Congreso de la Unión, Coyuya entre otras.

Los trabajos de construcción no se realizan sin antes haber colocado todo el señalamiento de protección de obra, así como también durante la ejecución de la obra se le brindó mantenimiento constante, en el caso en los cuales el avance de la obra obstruía la visibilidad de las señales, estas fueron reubicadas. Al término de la obra todos los dispositivos fueron completamente retirados.

Este señalamiento se clasifica de la siguiente manera, y distribuido en la obra como lo marca el croquis.

1.- Señales

- a) Preventivas
- b) Restrictivas
- c) Informativas

2.- Canalizadores

- a) Barreras
- b) Indicaciones de obstáculos
- c) Tránsito

3.- Dispositivos manuales

- a) Banderas
- b) Equipo individual de protección para banderas.

1.a Señales preventivas

Tienen por objeto prevenir a los usuarios sobre la existencia de una situación peligrosa y la naturaleza de esta, motivada por excavaciones, movimiento de equipo, transporte de piezas prefabricadas, así como para los peatones, trabajadores y equipo de posibles accidentes.

El tamaño de estas señales fue uniforme para calles y carreteras con dimensiones de 0.91 X 0.91 m. sin caja, siendo de color de fondo naranja con leyendas, caracteres y filete en color blanco reflejante, llevando poste de color gris mate.

Las señales preventivas se colocarán antes de la zona de obra, a una distancia entre señal y señal de acuerdo a la velocidad y que esta separación es de 40 m. entre señalamiento y señalamiento, con una altura de 1.50 m. con respecto a la superficie de rodamiento.

1.b Señales restrictivas

Las señales restrictivas empleadas en las áreas de obras de construcción tuvo por objeto indicar a los conductores ciertas restricciones y prohibiciones para regular el uso de las vías de circulación. Su ubicación y tipo se observa en el plano de señalamiento de obra.

El tamaño de las señales restrictivas fue uniforme para las áreas de obra las cuales fueron de 0.61 X 0.61 m. Y de 0.91 X 0.91 m. El color es blanco reflejante en el fondo, filete y símbolos en color negro; colocándose a 30 cm. Como mínimo con respecto a la orilla de la guarnición de la acera hacia el interior de la banqueta.

Este señalamiento se colocó a una altura de 2.00 m. Con respecto a la superficie de rodamiento, siempre y cuando no exista equipo de construcción, materiales u otras obstrucciones que la misma obra genere, la altura podrá aumentarse para que sean visibles los señalamientos según se requiera.

Las señales se instalaron sobre postes de sección cuadrada hueca de 2 pulgadas de sección transversal.

1.c Señales informativas

Las señales informativas se usaron en el puente vehicular Eje 3 Ote.-Viaducto con la finalidad de guiar a los conductores en forma ordenada y segura hacia las arterias alternas para disminuir el flujo vehicular y a su vez agilizar el mismo. La forma de este señalamiento es rectangular teniendo las siguientes dimensiones que están en función del número de renglones de texto.

Para un sólo renglón la dimensión es de 30 cm. de altura por 180 cm. de largo, para dos renglones la altura es de 61 cm. y longitud de 180 cm. Estas señales se instalaron sobre postes con altura de 5.00 m. Y sección transversal cuadrada de 8 pulgadas con espesor de placa de 6 mm.

El color de fondo de estas señales es de color naranja, y el color para las leyendas, caracteres y filete es blanco reflejante. La ubicación de este señalamiento es el necesario para que el conductor este informado de las alternativas a usar en caso de haber vías alternas e informarse. Su ubicación y leyenda en cada señalamiento de este tipo aparece en el plano de dispositivos para protección de obras.

2.a Barreras

Las barreras consisten en dos placas horizontales de 20 cm. de altura y 122 ó 244 cm. de longitud colocados en postes, sobre caballetes. En los casos en los cuales se emplea estos dispositivos es cuando se bloquee uno o varios carriles de una vialidad en servicio y estos se colocan uno por cada 30 m. de interferencia. Las placas longitudinales son pintadas con franjas alternadas en colores naranja y blanco mate de 10 cm. de ancho, inclinadas a 45°C, de tal manera que sean convergentes hacia el sentido del tránsito.

La altura de estas barreras se colocan a manera que la parte inferior quede a 60 cm. Con respecto a la superficie de rodamiento.

Se usaron estos dispositivos cuando se tenía que trabajar sobre las laterales para brindar protección a los trabajos que se realizaron como, la repavimentación de laterales en el Eje 3 Ote, así como para el bloqueo de arroyos durante el montaje de traves prefabricadas.

2.b Indicadores de obstáculos

Se utilizan en protección de obras cuando se revate parte del arrollo y no existe de por medio camellón u otro obstáculo estático. Estos se colocan una tras de otra con una separación de 2.00 m. Las dimensiones de estos señalamientos es de 20 cm. de ancho por 90 cm. de altura y esta soportada por una base metálica de sección cuadrada y que en conjunto con la base suma una altura de 1.40 m.

El color de este señalamiento es de fondo color naranja mate y los símbolos de color blanco reflejante, las franjas alternadas y con inclinación de 45°C.

2.c Transitambos

Son dispositivos de forma cilíndrica con altura de 1.10 m. y diámetro de 55 cm., huecos pintados en franjas alternadas diagonales de color blanco y naranja, se usan cuando los trabajos a realizar requieren poco tiempo para su ejecución, la separación entre cada transitambo debe ser a cada 1.50 m.

Este señalamiento fue empleado durante trabajos de reparación sobre las laterales de la Av. Francisco del Paso y Troncoso.

3.a Banderas

Las banderas se usaron durante el día en los cruces formados con la Av. Francisco del Paso y Troncoso con el Eje 3 Sur Av. Morelos y la glorieta del Viaducto Río de la Piedad. Empleándose particularmente para el cruce de los peatones, trabajadores, maquinaria y equipo. La tela de las banderas es de color naranja reflejante y con un área de 60 X 60 cm., sujetas a una asta de 100 cm. de longitud.

3.b Equipo individual de protección para bandereros

A las personas encargadas de operar estos dispositivos se les proporcionó banderas, portando overoles blancos, chalecos con franjas de color amarillo, blanco y naranja con casco con color reflejante para hacerse más visible a los conductores, como se describió en el inciso 3.a, los bandereros estaban ubicados en los cruces de Francisco del Paso y Troncoso con Eje 3 Sur y con el Viaducto Río de la Piedad, ubicados en el lugar adecuado de manera que fueran visibles con anticipación, tanto por los conductores como por los peatones.

FALTA PAGINA

No. 119

El cuadro de cargas es el siguiente:

Cuadro de Cargas

No. Circuito	No. de Luminarias	Carga Watts	Pérdida 25%	Total Watts	Volumen	Interruptor	
						Caliente	Frio
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							

El procedimiento para la instalación del alumbrado fue el siguiente: Durante la construcción del firme estructural se empezaron a construir las bases para para sustentar los postes, así como a tender el tubo de PVC Flexible en el lado poniente del Eje B y en el lado oriente del Eje A, ya que como en el lado sur del puente se unen ambos cuerpos de igual manera se colocaría en esa parte un sólo poste pero en su modalidad de brazo doble para iluminar uno y otro eje a la vez.

Como se indicó anteriormente la separación entre luminarias es de 30 m. con respecto al eje de la base cuyas dimensiones es de 0.30 X 0.30 X 0.45 m. Habiéndose colado las bases a la par del firme y guarnición, posteriormente se procedió a colocar los postes con el auxilio de un Hiap, previa colocación del cable del No. 6 en la canalización, y a su vez los postes antes de izarlos se colocaban las luminarias y el cable del No. 10 para realizar la interconexión de ambos tipos de cables.

Cabe señalar que a la par de estas actividades antes mencionadas, se construía la canalización y registros de ambas acometidas, así como la acometida misma, como es la colocación de la fotocelda, interruptor-contactor y tubo conduit de pared gruesa agarrado al poste.

Es importante mencionar que conforme se colocaban las canalizaciones se iban guiando mediante cable galvanizado para posteriormente colocar el cable dentro de la canalización. Concluidas las canalizaciones, así como el izaje de los postes con luminarias y cableado, se realizaba la conexión entre los circuitos con las respectivas acometidas.

Alumbrado bajo puente.

Para el alumbrado bajo puente se utilizaron conductos de iluminación Decalite de 250 watts, colocandose un total de 176 luminarias distribuidas en 15 circuitos de 12 luminarias cada uno.

Las luminarias se colocaron en los paños de los diafragmas de concreto que rigidizan las trabes.

Las acometidas son las mismas que las empleadas para el alumbrado sobre puente. Las canalizaciones se colocaron, dos por cada rampa del puente y fue a base de tubería Conduit de 2" de diámetro. La tubería se colocó entre los dos aleros de las trabes prefabricadas por lo que la separación transversal entre las dos tuberías es de 4 m, quedando ahogada en el firme de compresión. Durante su colocación se dejaban las preparaciones necesarias, como las cajas, la

pasto tipo Washington Byant en rollo y se formaron pequeñas isletas a base de Arroyan y Clavo Enano, así también se reforesto con árboles trasladados de otras zonas del puente.

Finalmente en la zona de rampas a un costado de los muros del terraplen y aireplen se formaron camellones de 1.00 m. de ancho y la jardinería estuvo formada por Arroyan y Clavo enano.

Para la plantación del Arroyan, Clavo enano, Piraquito y Galvia se tubo que hacer una preparación previa del terreno a base de tierra vegetal, despues de haber hecho la plantacion se realizaron riegos con agua tratada dos veces por dia, una por la mañana y la otra en la tarde.

VI.3.5 Parapetos y Señalización.

Los puentes con escasas excepciones, sólo son utilizadas por el tráfico de automóviles. Para impedir la caída de los coches que se despisten saliendo del firme de rodadura. Deben preverse dispositivos de guía y encarrilamiento. Al aumentar el tráfico de las carreteras en los últimos decenios, ha crecido el número y gravedad de los accidentes, en especial a consecuencia de las mayores velocidades. Al reformar y reconstruir la red de carreteras, es necesario, por lo tanto, establecer dispositivos de seguridad con el fin de disminuir el número de accidentes, reduciendo en lo posible sus consecuencias. En los puentes es importante, reducir las probabilidades de ocurrencia de accidentes que pueden afectar los dos planos de tráfico.

Para el diseño del parapeto se tomaron en consideración los siguientes factores:

- Altura de las guarniciones
- Longitud del puente.
- Situación del puente en curvas.
- Pendiente longitudinal y transversal del firme, en el puente.

En las rampas de acceso:

- Condiciones de visibilidad.

- a) Entradas al puente protegidas del viento, en combinación con los dispositivos anteriores al puente y sobre el mismo, contra las ráfagas bruscas de viento lateral.
- b) Frecuencias de accidente en el lugar, anterior a la construcción del puente.

- c) La estructura de seguridad y protección vehicular sobre puente, que confina el cuerpo del mismo armonizado con el diseño arquitectónico del puente.

Parapeto

El parapeto se construyó a base de tubo cedula 40 de 6" y 2" de diámetro, sustentados sobre postes formados con placa de acero en forma de "I" cuyo espesor es de 3/4". La placa a su vez está empotrada en el firme de compresión y en la guarnición por medio de una placa colocada horizontalmente de sección cuadrada de 30 X 30 cm. a la cual se le soldan tres varillas que tienen como función tener una mayor adherencia con el concreto. Sobre esta placa se soldó el poste en forma de "I", el cual quedó empotrado en la guarnición.

La altura del parapeto es de 90 cm. Con una longitud igual a lo largo del puente, continuándose 10 m., en el inicio y terminación del mismo, interrumpiéndose en todos los apoyos móviles para evitar esfuerzos innecesarios en este sentido.

El procedimiento constructivo es el siguiente: corte de placa para el habilitado de las bases para los postes mediante equipo de corte, consistente en acetileno y oxígeno, así como soplete. Habilitado de anclas a base de varillas de 1/2" en forma rectangular, dejando un lado abierto y doblando la longitud de dicho lado invertido en sentido horizontal, teniendo las anclas habilitadas se procede a soldar estas a la placa y soldar el conjunto ancla-placa, ya hecho el junteo se procedió a colocar sobre el nivel de el acero del firme estructural, anclándose sobre este mismo a una separación de 3 m., con la cual fueron colocados los postes quedando empotrada en la losa de compresión. La soldadura empleada para todo el parapeto es del tipo E-70XX.

Colocada las bases del parapeto se procedió a soldar los postes sobre las placas soldándose completamente el área de contacto entre ambos elementos. Teniéndose en la posición adecuada todos los postes se procedió a colocar en el sentido longitudinal del puente los tubos que completan el parapeto, de acuerdo a la siguiente distribución: tres tubos de 2" de diámetro, cedula 40 con separación de 20 cm. con respecto a su eje y otro de 6" con una separación de 30 cm. con respecto al eje del último tubo. La soldadura que se empleó fué del tipo E-70XX para la unión de tubos poste.

La tubería se interrumpió cuando coincidió con los apoyos móviles de la estructura, es decir, se corta antes o después pero no todos los tubos en una misma sección, en cada corte de tubo se colocó una tapa para impedir la intrusión de agua.

Para verificar que la soldadura fué aplicada correctamente, se verificó visualmente, así como la aplicación de la prueba de líquidos penetrantes. Ya aprobado su correcta ejecución se procedió a aplicar una película de pintura anticorrosiva color rojo óxido, sobre esta se pintó el parapeto en su totalidad a dos manos, empleándose los siguientes colores: Para el tubo de 6 pulgadas este fué pintado de color verde, para los tubos de 2 pulgadas en orden de arriba hacia abajo se pintaron de color azul, rosa y violeta y los postes finalmente fueron pintados de color azul.

(ver figuras VI.3.5.1 y VI.3.5.2).

Semaforos

Anterior a la construcción del puente existían cruces semaforizados en el área inmediata del puente en tres intersecciones, sobre la Av. Morelos y Francisco del Paso y Troncoso es uno de los tres cruces y el único que quedó funcionando, se realizaron cambios pero solamente de posición, por otro lado los dos restantes fueron suprimidos a causa de que se encontraban al inicio y terminación del puente. Hacia el norte en el cruce del Eje 3 Ore. y la Calle Agiabambo, fue removido y no se volvió a colocar cerca del área de influencia del puente. En el sentido Sur fue removido el semaforo para controlar el tránsito en el cruce de Francisco del Paso y Troncoso con la calle Azatlan similar al caso anterior, no fue colocado cerca de la obra.

IV.4 ESPECIFICACIONES Y CONTROL DE CALIDAD

Las especificaciones que sirvieron de base para elaborar los proyectos: geométrico, estructural, de alumbrado, señalamiento, hidráulico, geotécnico, así como el proceso de construcción y los materiales empleados en la construcción del puente elevado fueron tomados de:

Reglamento General de Construcción del Distrito Federal, Especificaciones Generales de Construcción de la Dirección General de Obras Públicas, Normas de Calidad de la S.I.C., A.S.T.M., A.C.I., A.S.T.E.O., A.N.S.I., A.I.S.C.

El control de calidad de los materiales empleados se sujetaron a lo que marcan los reglamentos antes mencionados. Siendo la Contraloría General del Distrito Federal, que controló durante la construcción del puente vehicular a través del laboratorio y control de calidad de materiales.

Además los laboratorios particulares pertenecientes a cada una de las empresas proveedoras de materiales de construcción verificaron en cada caso la calidad de los materiales suministrados por ellos mismos.

Los procedimientos constructivos y la calidad de los trabajos se controlaron por medio de supervisión directa de especialistas, profesionistas y personal técnico calificado perteneciente a la dependencia gubernamental, así como de la supervisión externa realizada por las empresas particulares cuyo personal son especialistas y profesionistas en cada ramo de la construcción.

Las obras inducidas construidas por otras dependencias de gobierno o empresas particulares fueron supervisadas por su propio personal, sujetándose a sus propios reglamentos y especificaciones, coordinadas todas ellas por el personal de oficina de obras inducidas de la Dirección General de Obras Públicas.

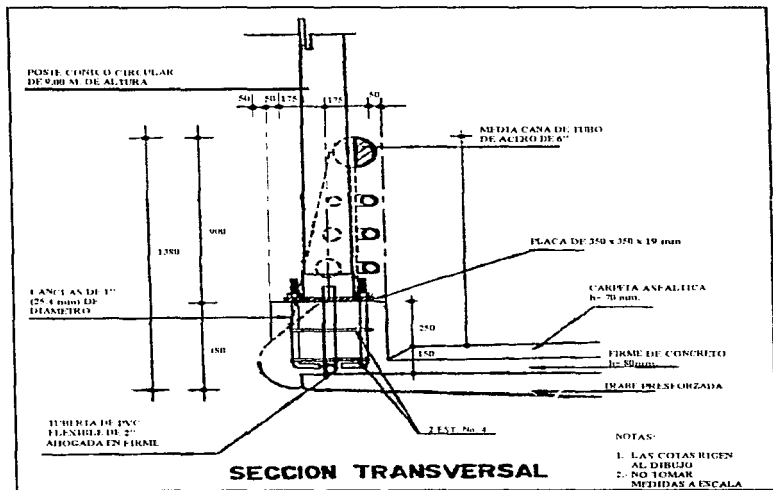
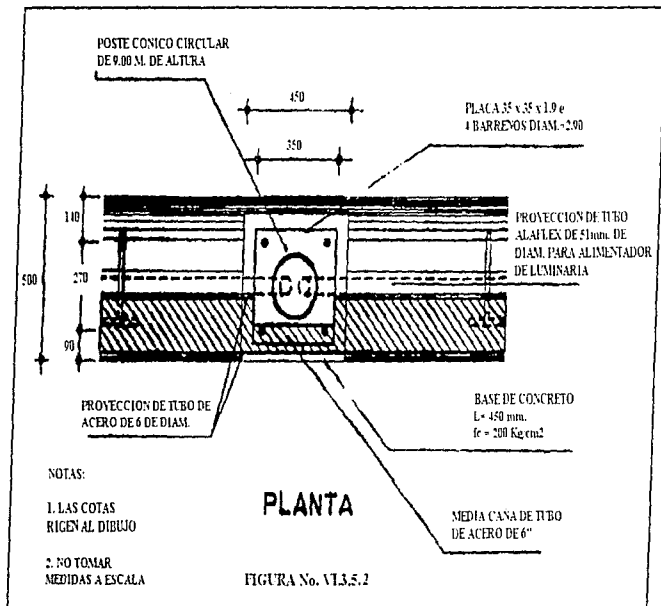


FIGURA No. VI.3.5.1



IV.5 PERSONAL Y MAQUINARIA

IV.5.1 Recursos Humanos

Para la realización del proyecto así como para la ejecución del mismo, intervinieron diferentes disciplinas profesionales, así como diversos grados de especialización, personal calificado y obreros en general.

Pudiéndose realizar dos grandes clasificaciones: Administrativos y técnicos.

Dentro del personal administrativo se contó con Licenciados en Administración de empresas, Contadores, Secretarías, Mensajeros, etc.

Dentro del personal técnico se contó con la colaboración de Ingenieros Civiles, Ingenieros Mecánicos, Ingenieros Electricistas y Arquitectos, así como especialistas de estas profesiones.

El personal calificado que intervino está compuesto por diversas especialidades técnicas: operadores de maquinaria, chóferes, soldadores, mecánicos, electricistas, plomeros, ferreros y carpinteros.

Finalmente dentro del personal obrero que intervino, cabe mencionar a los oficiales, cabos, peones, almacenistas, vigilantes y veladores.

En la relación del personal participante (Cuadro IV.5.1a), en la construcción del puente vehicular Eje 3 Ote.-Viaducto, podemos observar el total de turnos empleados en cada clasificación.

IV.5.2 Maquinaria y Equipo

Una obra de Ingeniería Civil, como lo es el Puente Vehicular Eje 3 Oriente-Viaducto no está exento de la utilización de maquinaria pesada y de equipo, por lo que en el cuadro IV.5.2a se hace una clasificación de acuerdo a la utilización, maquinaria empleada y la cantidad que se utilizó en los trabajos de ejecución.

	PERSONAL	TOTAL TURNO
ADMINISTRATIVO	Contralor General Contador Auxiliares Secretarias	3623
PROFESIONAL	Superintendente Ingenieros Arquitectos Topografos Consultores	5628
TECNICO	Dibujantes Operadores Auxiliares Choferes Mecanicos Electricistas Soldadores Plomeros Fierros Carpinteros Perforistas Sobrestante Oficiales Cabos	36600
OBRERO	Peones Bomberos Almacenistas Vigilantes Veladores	599576

Cuadro IV.5.1a

	MAQUINARIA Y EQUIPO	CANTIDAD
EXCAVACION	Retroexcavadora Hidráulica	5
	Perforadora	2
ACARREO	Tractocamión	10
	Dolly en Tandem	10
	Camioneta Pick-Up	4
	Cargador sobre Neumáticos	2
	Olta	8
	Bomba de Concreto	3
MONTAJE	Volteo	9
	Cargador Frontal	3
	Grúa de Celosía sobre Camión	3
	Grúa Hidráulica Autopropulsada de 300 Ton.	2
	Grúa Hidráulica Autopropulsada de 75 Ton.	8
TERRACERIAS Y CARPETA	Grúa Estructural de 140 Ton.	4
	Grúa Estructural de 75 Ton.	3
	Motoconformadora	1
	Compactador Vibratorio	2
	Vibrocompactador	1
	Pipa	3
	Compactador de Rodillos	2
	Compactador de Neumáticos	2
Petrolizadora	2	
HABILITADO DE ACERO DE REFUERZO	Fresadora	1
	Regla Vibratoria	1
	Cortadora de Varilla	7
	Dobladora de Varilla	2
MESA DE TENSADO	Soldadura de Arco Eléctrico	23
	Soplete de Oxígeno-Acetileno	18
	Molde de Acero	3
MOLDEO DE CONCRETO	Mesa de Presfuerzo	3
	Gato para Presfuerzo	6
	Planta Mezcladora de Concreto	3
	Tolva Distribuidora de Concreto	1
	Compresor de Aire	6
	Generador de Vapor	3
OTROS	Vibrador Eléctrico	5
	Vibrador de Concreto	13
	Cortadora de Concreto	3
	Teodolito	7
	Nivel Automático	3
	Draga (con accesorio para hincado de pilotes)	3

Cuadro IV.5.2a

PLAN DE VIGILANCIA DE CONTAMINACION

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
08-29	RETIRO Y REubicACION DE ESQUELETOS DE CONCRETO	PZA	210.00
08-30	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GRANA EN LA PANTALLA DE CHATOUER ESPESOR AL 95% EN SUPERFICIE	M ²	343.91
08-31	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GRANA EN LA PANTALLA DE CHATOUER ESPESOR AL 95% EN SUPERFICIE	M ²	1506.83
08-32	CONSTRUCCION DE CEMENTO SIMPLE DE 10 CM DE BASE Y 10 CM DE ALTO PARA LA PANTALLA DE CHATOUER ESPESOR AL 95% EN SUPERFICIE	M ²	1202.81
08-33	SUMINISTRO Y REubicACION DE ESQUELETOS DE CONCRETO PARA ALCANZAR NIVELES DE CAPAS DE CHATOUER ESPESOR AL 95% EN SUPERFICIE	M ²	28.88
08-34	CONSTRUCCION DE CEMENTO SIMPLE DE 10 CM DE BASE Y 10 CM DE ALTO PARA LA PANTALLA DE CHATOUER ESPESOR AL 95% EN SUPERFICIE	M ²	1091.50
08-35	TRANSPORTE DE CEMENTO EN BARRIL DE 50 KG. C/ UNIDAD 150 Kg. cm ² CON BASTA DE 10 CM DE ESPESOR	M ²	991.11
08-36	SUMINISTRO Y COLOCACION DE IMPERMEABILIZANTE ANTI-ACIDACION EN LA PANTALLA DE CHATOUER ESPESOR AL 95% EN SUPERFICIE	M ²	2761.11
08-37	PANTALLA DE CONCRETO SIMPLE DE 100 Kg. cm ² SOBRE SUPERFICIE DE IMPERMEABILIZANTE	M ²	9893.32
08-38	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBOS DE PVC DE 2" UNO EN SU INTERIOR PARA DESTRIBUYO Y CONTRAIBRIONES	M ²	144.52
08-39	RETIRO Y REubicACION DE TAPAL PARA COORDINAMIENTO DE OBRA A BASE DE LAMINA PINTOR	M ²	1873.65
08-40	RETIRO Y REubicACION Y COLOCACION DE REBIBICION DE PROTECCION DE FLOTACION A BASE DE REBIBICION EN CEMENTO	M ²	57.01
08-41	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TAPAL PARA COORDINAMIENTO DE OBRA A BASE DE PROYECTO	M ²	2660.44
08-42	CONSTRUCCION DE CEMENTO PARA CONTRAIBRIONES DE 1 cm DE BASE Y 0.6 cm DE ALTO PARA LA OBRA A BASE DE TUBO PARA INSTALAR EN EL ALTO	PZA	2.00
08-43	CONSTRUCCION DE CEMENTO PARA CONTRAIBRIONES DE 1 cm DE BASE Y 0.6 cm DE ALTO PARA LA OBRA A BASE DE TUBO PARA INSTALAR EN EL ALTO	PZA	54.00
08-44	DESMANTELAMIENTO DE SUPERFICIE DE 10 CM DE 8" DE DIAMETRO PARA LA TUBERIA DE 10 CM EN EL INTERIOR DE LA ZONA DE LA OBRA A BASE DE CONCRETO ARMADO	PZA	2.00
08-45	DESMANTELAMIENTO DE SUPERFICIE DE 10 CM DE 8" DE DIAMETRO PARA LA TUBERIA DE 10 CM EN EL INTERIOR DE LA ZONA DE LA OBRA A BASE DE CONCRETO ARMADO	M ²	35.00
08-46	COLOCACION Y RETIRO DE TUBERIA DE 10 CM DE 8" Y 10" DE DIAMETRO A BASE DE CEMENTO MORTAR DE 1:30 CM DE ANCHO POR 0.50 m	M ²	50.41
08-47	REubicACION Y COLOCACION DE SUPERFICIE DE 4 CM EN EL ALTO DE LA OBRA A BASE DE 10 CM DE 8" DE DIAMETRO	PZA	2.00
08-48	CALAFATEO Y REubicACION DE SUPERFICIE EN LA OBRA A BASE DE CEMENTO MORTAR PARA COLOCACION DE TUBERIA DE 10 CM DE 8" Y 10" DE DIAMETRO	PZA	1.00
08-49	REubicACION Y COLOCACION DE SUPERFICIE DE 4 CM EN EL ALTO DE LA OBRA A BASE DE 10 CM DE 8" DE DIAMETRO	PZA	78.00
08-50	REubicACION Y COLOCACION DE SUPERFICIE DE 4 CM EN EL ALTO DE LA OBRA A BASE DE 10 CM DE 8" DE DIAMETRO	PZA	390.00
08-51	CONSTRUCCION DE LA OBRA A BASE DE TUBO PARA INSTALAR EN EL ALTO	PZA	424.00
08-52	REubicACION Y COLOCACION DE SUPERFICIE DE 4 CM EN EL ALTO DE LA OBRA A BASE DE 10 CM DE 8" DE DIAMETRO	PZA	2.00
08-53	REubicACION Y COLOCACION DE SUPERFICIE DE 4 CM EN EL ALTO DE LA OBRA A BASE DE 10 CM DE 8" DE DIAMETRO	PZA	2.00
08-54	DESMANTELAMIENTO Y REubicACION DE SUPERFICIE DE 4 CM EN EL ALTO DE LA OBRA A BASE DE 10 CM DE 8" DE DIAMETRO	PZA	0.00
08-55	REubicACION Y COLOCACION DE SUPERFICIE DE 4 CM EN EL ALTO DE LA OBRA A BASE DE 10 CM DE 8" DE DIAMETRO	M ²	741.48
08-56	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PAVIMENTO DE CONCRETO ANTI-ACIDICO DE 40 CM DE ESPESOR	M ²	2998.55
08-57	DESMANTELAMIENTO DE SUPERFICIE DE 4 CM EN EL ALTO DE LA OBRA A BASE DE 10 CM DE 8" DE DIAMETRO	M ²	350.00
08-58	RETIRO DE COORDINAMIENTO DE OBRA A BASE DE LAMINA PINTOR Y TRANSPORTE AL ALMACEN DE LA OBRA	M ²	10.00
08-59	ENCABEZADO Y CUMPLIMIENTO DE TUBERIA NATURAL AL 95% EN LA PANTALLA DE CHATOUER PARA LA OBRA A BASE DE PROYECTO DE 10 CM	M ²	152.00
08-60	SUMINISTRO Y COLOCACION DE REBIBICION DE 10 CM DE 60X40 cm	PZA	6.00
08-61	DESMANTELAMIENTO DE TAPAL PARA COORDINAMIENTO DE LA ZONA DE OBRA A BASE DE LAMINA PINTOR Y PUERTAS DE ACCESO	LOTE	2.00

CODIGO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
CR-63	MINISTERIO DE INTERIO Y COLOCACION DE TUBERIA SANITARIA DE COSEB	M	15.50
CR-64	MINISTERIO Y COLOCACION DE TUBO DE COSEB DE 10 CM DE DIAMETRO ANSALEROPARA CABLEADO DE ALUMBRADO	M	100.10
CR-65	MINISTERIO Y COLOCACION DE TUBERIA SANITARIA DE COSEB DE 10 CM DE DIAMETRO PARA CABLEADO	M	169.80
CR-66	DEMOICION DE 11 BARRIOS DE COSEB DE ARMADO DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 8 cm	M ³	114.30
CR-67	EXCAVACION PARA AMBICAJA A MANO DE OBREROS	M ³	159.18
CR-68	REPARACION DE ACEROS DE AMARRAMIENTO DE ANCHURA DE 67 CM DE DIAMETRO EN ZONA DE GIRO EN LA VIALIDAD Y TRONCADO	L	3.00
CR-69	RETIRO CON MATERIAL PRODUCTIVO DE EXCAVACION DE CAPAS COMPACTADAS SOLAS Y CEMENTO A 20 cm	M ³	159.18
CR-70	RETIRO DE ACEROS DE 20 CM DE 1.50 PARA REPARACION CONCRETO DE 10 CM DE ANCHURA EN PROFUNDIDAD DE 20 CM SIN SOBRES	M ³	1.93
CR-71	CONTRACCION DE ACEROS POR FLEXION EN BARRILES DE 11 CM DE DIAMETRO EN ZONAS DE CARGA SIN DEBIDO	M ³	1.00
CR-72	RETIRO DE ACEROS EN ZONA DE CARGA Y REPOSICION DE 10 CM DE DIAMETRO EN ZONA DE CARGA SIN DEBIDO	M ³	28.24
CR-73	COLOCACION DE TUBERIAS DE 11 CM DE DIAMETRO EN ZONA DE CARGA SIN DEBIDO	PZA	1.00
CR-74	RETIRO Y COLOCACION DE TUBERIAS EN ZONA DE CARGA SIN DEBIDO	M ³	11.81
CR-75	MINISTERIO Y COLOCACION DE TUBO DE COSEB DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	M ³	2.13
CR-76	MINISTERIO Y COLOCACION DE TUBO DE COSEB DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	M ³	11.81
CR-77	MINISTERIO Y COLOCACION DE TUBO DE COSEB DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	M ³	118.73
CR-78	MINISTERIO Y COLOCACION DE TUBO DE COSEB DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	M ³	6.00
CR-79	MINISTERIO Y COLOCACION DE TUBO DE COSEB DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	M ³	14.60
CR-80	MINISTERIO Y COLOCACION DE TUBO DE COSEB DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	PZA	3.00
CR-81	MINISTERIO Y REPARACION DE PUNTALES EN ZONA DE CARGA SIN DEBIDO	M ³	17.53
CR-82	MINISTERIO Y COLOCACION DE TUBO DE COSEB DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	M ³	7.18
CR-83	MINISTERIO Y COLOCACION DE TUBO DE COSEB DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	PZA	592.60
CR-84	MINISTERIO Y COLOCACION DE TUBO DE COSEB DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	M ³	25.50
CR-85	MINISTERIO Y COLOCACION DE TUBO DE COSEB DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	PZA	3.00
CR-86	RETIRO DE CANTON DE SUELO PARA REPARACION DE CASCOS MACETONES DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	L	1.00
CR-87	RETIRO DE CANTON DE SUELO PARA REPARACION DE CASCOS MACETONES DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	PZA	1.00
CR-88	RETIRO DE CANTON DE SUELO PARA REPARACION DE CASCOS MACETONES DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	PZA	2.00
CR-89	RETIRO DE CANTON DE SUELO PARA REPARACION DE CASCOS MACETONES DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	PZA	96.00
CR-90	RETIRO DE CANTON DE SUELO PARA REPARACION DE CASCOS MACETONES DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	M ³	6.00
CR-91	CORTE DE CANTON DE SUELO PARA REPARACION DE CASCOS MACETONES DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	PZA	6.2160
CR-92	MINISTERIO Y COLOCACION DE TUBO DE COSEB DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	M ³	7.18
CR-93	RETIRO DE MATERIAL PRODUCTIVO DE EXCAVACION DE CAPAS COMPACTADAS SOLAS Y CEMENTO A 20 cm	M ³	2808.91
CR-94	MINISTERIO Y COLOCACION DE TUBO DE COSEB DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	M ³	142.94
CR-95	MINISTERIO Y COLOCACION DE TUBO DE COSEB DE 1.500 kg/cm ² A UNA PROFUNDIDAD DE 10 cm	M ³	118.10
CR-96	REPARACION DE SUELO EN ZONA DE CARGA SIN DEBIDO	M ³	58.69

BOLENE MEBU DE ARTE Y OBRAS DE MAESTRO

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
08 007	COMPACTACION		
08 007	CONTRATACION DE MAESTRO PARA LA CONSTRUCCION DE PROYECTO DE RECONSTRUCCION DE ZONAS EN EL AEROPUERTO DE SUPERVISION Y CONSERVACION DE LAS PROBABILIDADES EN EL AEROPUERTO	M2	507.75
08 008	MAESTRO PARA LA CONSTRUCCION DE LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	M2	1039.55
08 009	DESMONTAJE Y RETIRO DE LA OBRERA DE LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	PZA	21.00
08 100	RECONSTRUCCION DE ZONAS DE VIVIENDA EN EL AEROPUERTO	PZA	26.00
08 101	RECONSTRUCCION DE ZONAS DE VIVIENDA EN EL AEROPUERTO	M2	107.65
08 102	CONSTRUCCION DE ZONAS DE VIVIENDA EN EL AEROPUERTO	PZA	18.00
08 103	CONSTRUCCION DE REGISTROS DE 0.60 X 0.90 X 1.20 METROS EN EL AEROPUERTO	PZA	6.00
08 104	CONSTRUCCION DE REGISTROS DE 0.60 X 0.90 X 1.20 METROS EN EL AEROPUERTO	PZA	3.00
08 105	REGISTROS EN EL AEROPUERTO PARA EL AEROPUERTO DE LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	PZA	3.00
08 106	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	PZA	5.00
08 107	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	M2	30.30
08 108	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	PZA	21.00
08 109	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	PZA	21.00
08 110	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	PZA	558.00
08 111	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	PZA	6.00
08 112	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	PZA	24.00
08 113	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	PZA	3.00
08 114	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	PZA	28.00
08 115	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	M2	421.50
08 116	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	PZA	290.00
08 117	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	PZA	2.00
08 118	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	M2	1776.40
08 119	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	M2	5714.40
08 120	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	M2	5743.40
08 121	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	M2	1500.00
08 122	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	M2	312.00
08 123	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	M2	27.20
08 124	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	M2	1065.75
08 125	CONSTRUCCION DE MAESTRO PARA LA OBRERA Y OBREROS DE LA OBRERA	M2	3558.82

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
PH01	FABRICACION Y ALMACENAJE DE PIELES EN OBRA O EN PLANTA DE HERRAM. DE 14.5 MT DE LONGITUD EN DOS TRABOS DE 17 Y 17.5 M. CONCRETO DE F.C. 280 Kg/cm ² (H90) SIBRUTURAL CLASE I	PZA	640.00
PH02	REPARACION DE LA ROSA DE LA SECCION DEL PICO HASTA 8 MT DE PROFUNDIDAD DE CONTRACCION DE MATERIAL CUALQUIER CLASIFICACION Y PROFUNDIDAD PREVIA AL INCALCADO DEL PICO DE CONCRETO	M ³	399.52
PH03	INCALCADO DEL PICO DE CONCRETO ARMADO DE HERRAM. EN 2 TRABOS DE 17 Y 17.5 M DE LONGITUD EN 11 BARRILES DE PREPARACION PREVIA HASTA 8 M DE PROFUNDIDAD PROMEDIO	PZA	630.00

V.-CONCLUSIONES

- Parte fundamental de los beneficios obtenidos con la construcción del puente vehicular Eje 3 Oriente-Viaducto se refleja en el impacto ambiental en la zona, al disminuir las emisiones de contaminantes por la combustión de hidrocarburos del parque vehicular, al reducir las demoras y congestionamientos, así también la disminución de ruidos.
- Da inicio al corredor de enlace norte-sur Nochimilco-Venta de Carpio, esta será una de las tres vialidades que sirve a una población aproximada de dos y medio millones de habitantes de la región nororiente del Distrito Federal y del Valle de Cuautitlan-Ixcoco.
- Seguridad a los peatones ya que disminuye considerablemente el flujo vehicular sobre la lateral del Eje 3 Oriente, por lo que no fue necesario la construcción de los puentes peatonales en los cruces de Eje 3 Sur y Viaducto Río de la Piedad con el Eje 3 Oriente.
- Reducción de tiempos muertos para los conductores de vehículos particulares y para los usuarios del transporte público traducido también en disminución del stress a los usuarios de dicha arteria.
- A pesar de la eficiencia del proyecto, es una solución puntual, ya que resuelve la problemática en la zona de influencia de la construcción, no obstante cerca del puente vehicular existen problemas de igual magnitud como los presentaba dicho tramo antes de la construcción de la obra.
- Debido a la falta de equipo de montaje de elementos prefabricados se retrazo el programa de ejecución, por lo que habrá que desarrollar procesos constructivos, alternativas y/o tecnología propia en maquinaria pesada.
- Se observó que los periodos de ejecución de una obra de este tipo se puede reducir hasta un 40%, siempre y cuando exista una planeación adecuada en cuanto al punto anterior, proyecto definido, suministro de materiales y eficiencia en los pagos.
- La capacitación de los recursos humanos es esencial para la eficiencia y rapidez de los procesos, por lo que se debe poner mayor énfasis en capacitación.
- Los concretos empleados durante la construcción del Puente Vehicular Eje 3 Oriente-Viaducto, cumplieron en un 99% con las resistencias de proyecto.
- Durante la construcción de capiteles (parte de la superestructura del puente) se modificó debido a la dificultad de construcción por otro, cuyo tiempo de ejecución y mano de obra fue menor.

Se realizó el colado de concreto en piezas completas, en elementos de cualquier estructura, para evitar juntas constructivas, poniendo mayor énfasis en la cimentación, para evitar filtraciones de agua dentro de los cajones de cimentación y así poder combatir la corrosión en el acero.

- El detalle de los apoyos móviles en la superestructura se realizó con el cuidado debido, ya que absorben parte de la energía producida por movimientos de dilatación, contracción y sismo entre otros. Por lo que la precisión de los trabajos fue esencial.

Se realizaron las pruebas necesarias (líquidos penetrantes, radiografías mediante radiación, visualmente y ultrasonido) a todos los trabajos en donde se empleo soldadura al arco eléctrico por lo que se requirió de mano de obra calificada.

La construcción del Puente Vehicular Eje 3 Oriente-Viaducto es una de las obras representativas, eficiencia constructiva, ya que no se presentó problema alguno que no se pudiera resolver inmediatamente.

Los Recursos Humanos operativos mostraron inteligencia y destreza para la realización de los trabajos.

- La mecanización de los trabajos es una de las fortalezas con la que como nuestra fuerza de trabajo, bastó con usar un proceso por primera vez, para que los oficiales (fierros, carpinteros, albañiles) realizaran el trabajo cuantas veces fuese necesario.

La claridad del proyecto fue otro punto que ayudó a que la obra se realizara en corto tiempo.

La planeación como parte importante para la administración de la obra nunca se perdió de vista, con una aplicación continua tanto para los constructores como para los contratantes no deteniéndose la obra por ningún motivo administrativo.

- Los proyectistas siempre cuidaron el tiempo de ejecución, importante para su desarrollo continuo.
- El proceso constructivo se realizó de manera continuo-lógico, no se realizaron trabajos en los cuales la primera actividad no tenga alguna relación con la actividad siguiente durante la ejecución de los trabajos.

La seguridad en una obra fue garantía de no tener costos necesarios, la prevención de peligros durante la ejecución de los trabajos a tiempo son sinónimo de un adecuado control dentro de una obra, teniendo una baja probabilidad de algún siniestro.

ANEXOS

GRAFICAS

MECANICA DE SUELOS

PROYECTO:

EJE 3 OTE Y VIADUCTO

SONDEO O POZO: SS-1

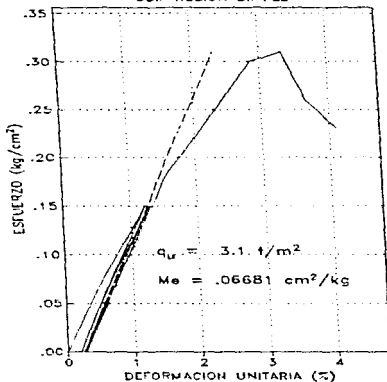
OBSERVACIONES:

M-2 INF.

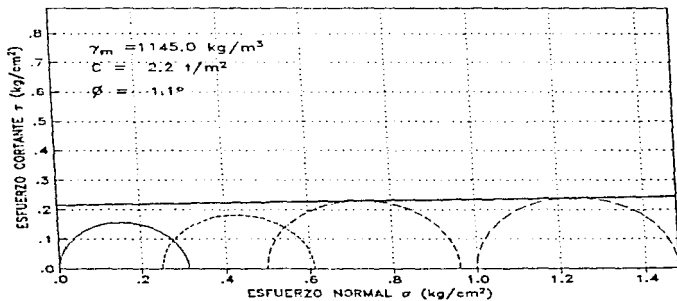
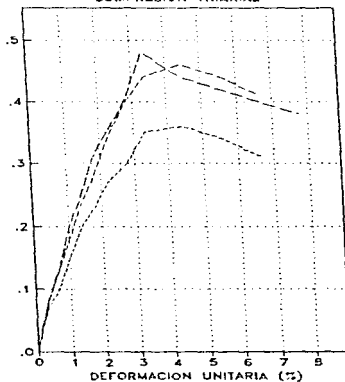
PROFUNDIDAD:

10.0-10.9m

COMPRESION SIMPLE



COMPRESION TRIAXIAL



MECANICA DE SUELOS

PROYECTO:

EJE 3 OTE Y VIADUCTO

SONDEO O POZO: SS-1

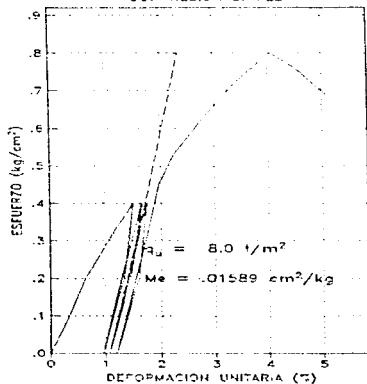
OBSERVACIONES:

M-1, INF

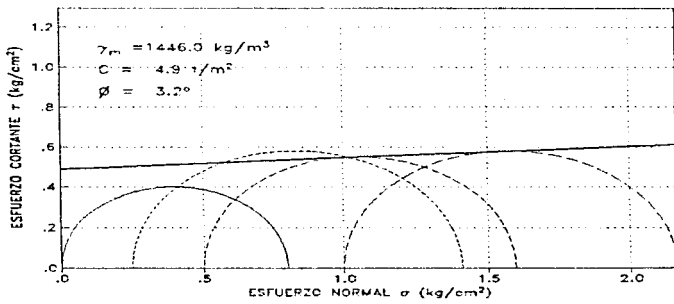
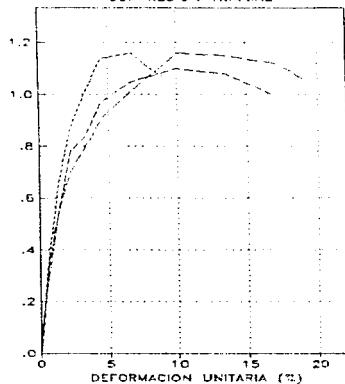
PROFUNDIDAD:

3.0-3.9m

COMPRESION SIMPLE



COMPRESION TRIAXIAL



MECANICA DE SUELOS

PROYECTO:

EJE 3 OTE Y VIADUCTO

SONDEO O POZO: SS-1

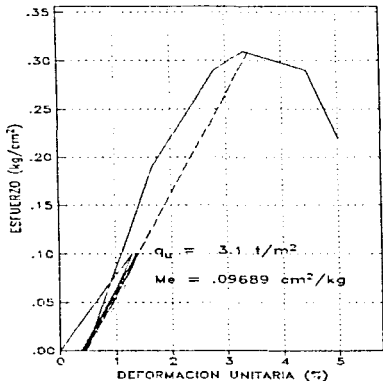
OBSERVACIONES:

M-3 INF.

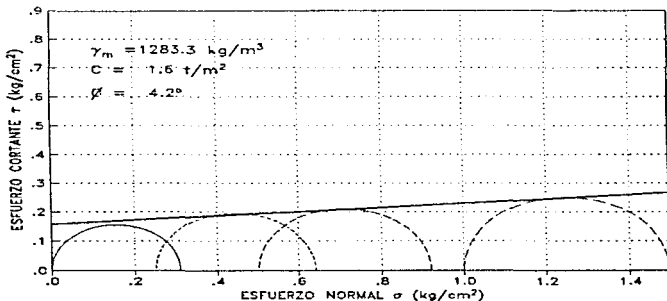
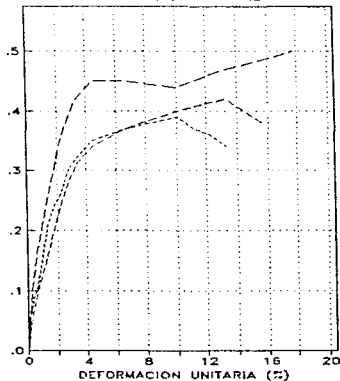
PROFUNDIDAD:

15.0-15.9m

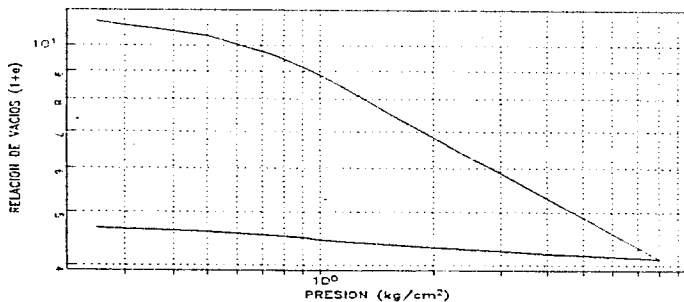
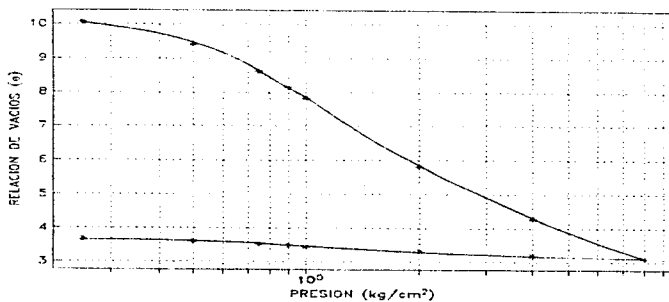
COMPRESION SIMPLE



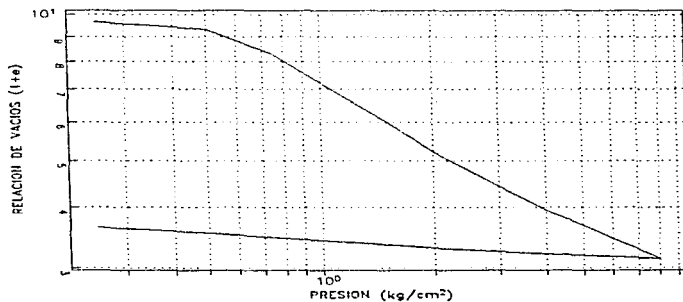
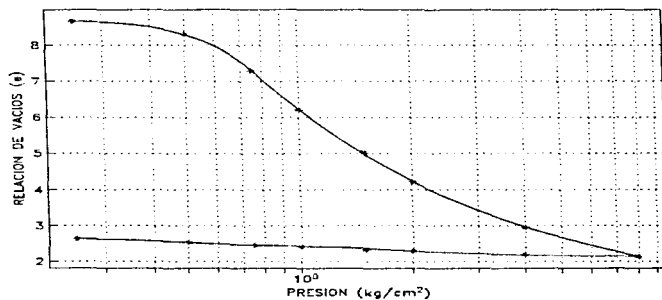
COMPRESION TRIAXIAL



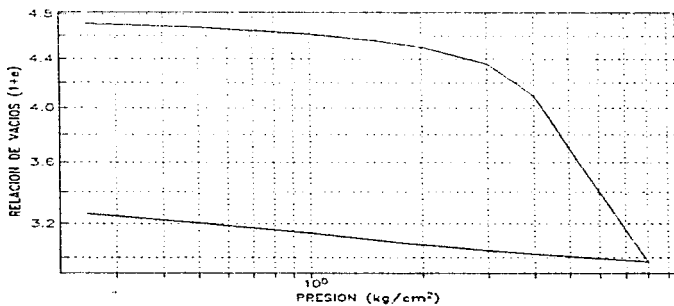
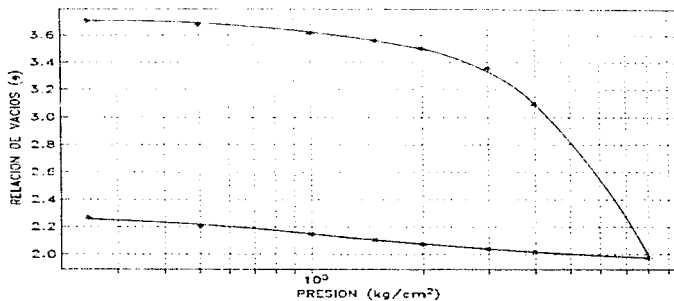
CURVAS DE COMPRESIBILIDAD



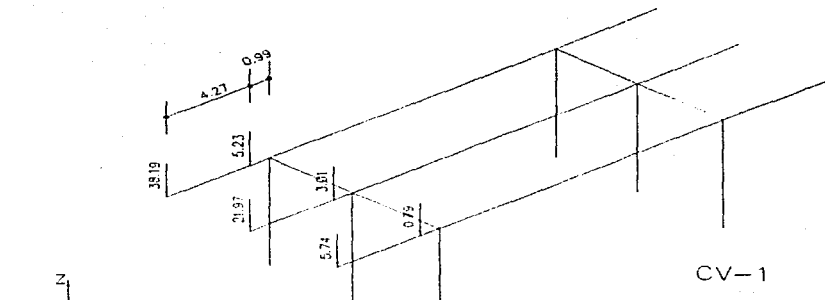
CURVAS DE COMPRESIBILIDAD



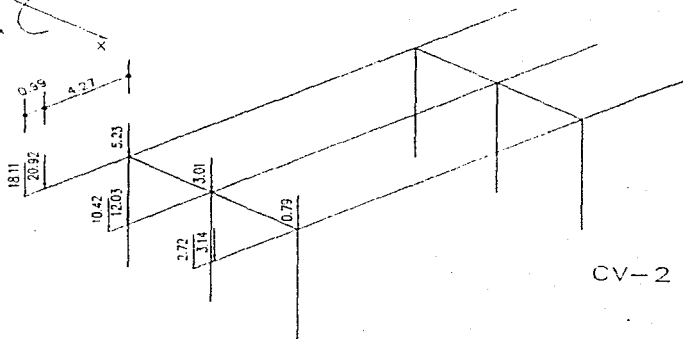
CURVAS DE COMPRESIBILIDAD



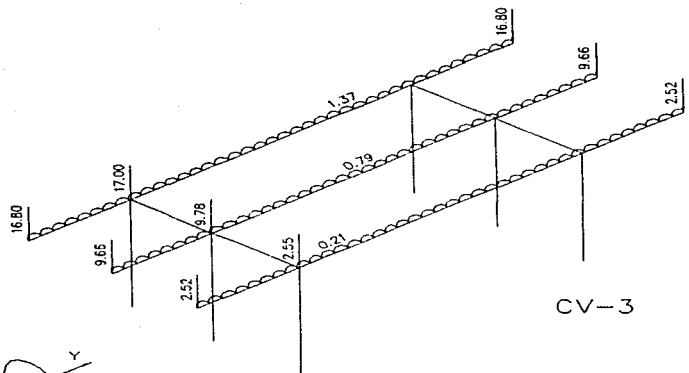
**DIAGRAMAS
Y
CROQUIS**



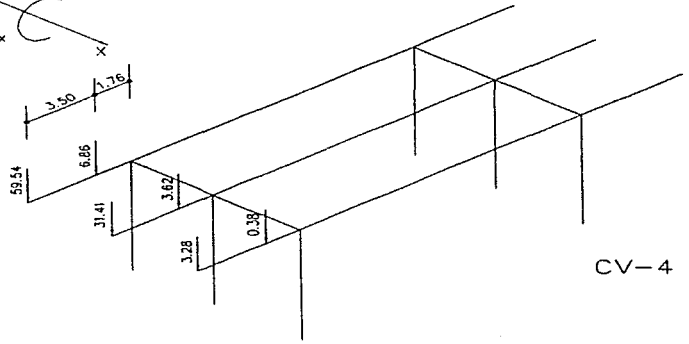
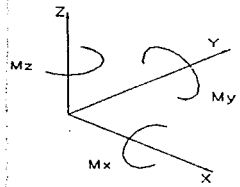
CV-1



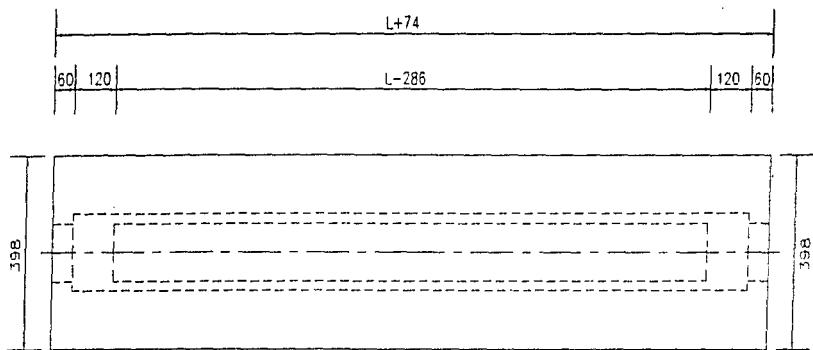
CV-2



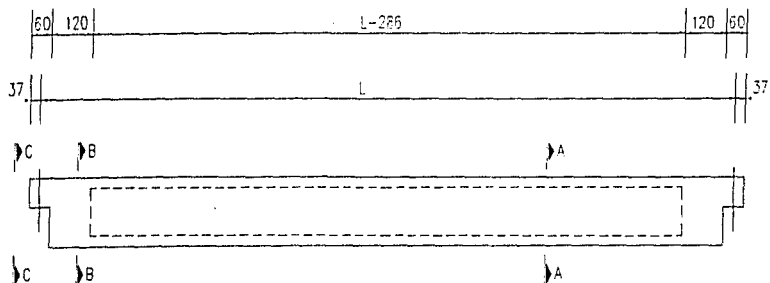
CV-3



CV-4

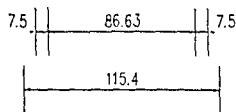
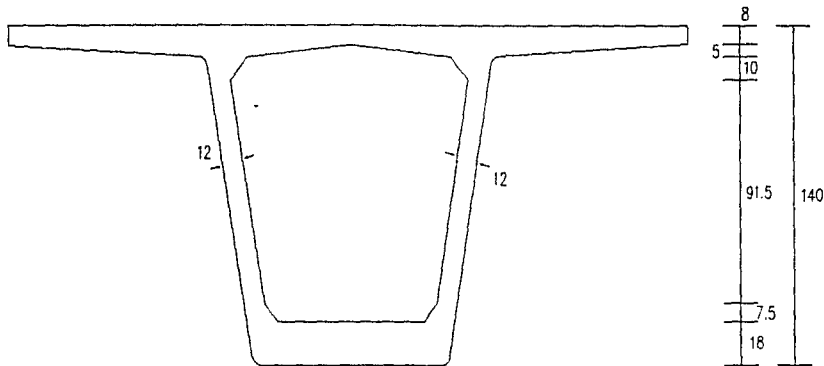
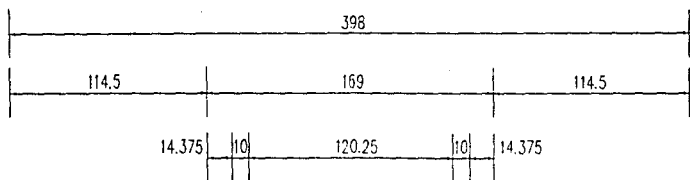


PLANTA

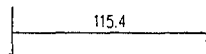
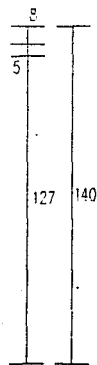
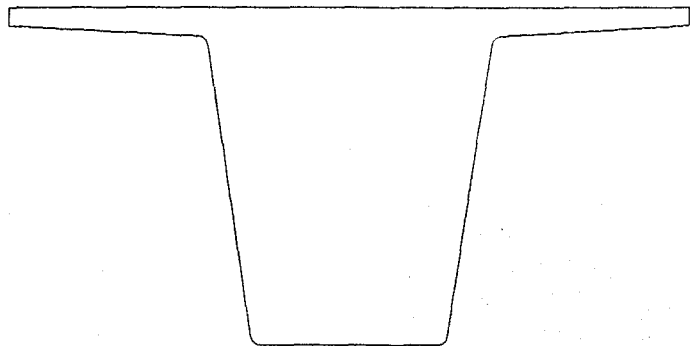
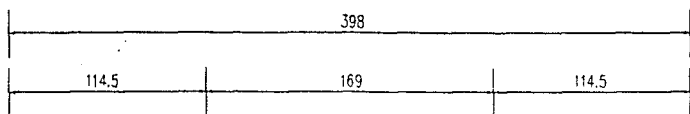


ELEVACION

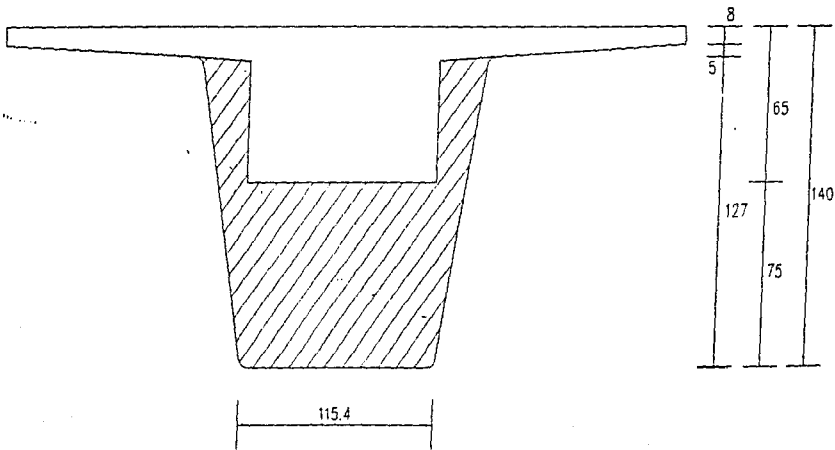
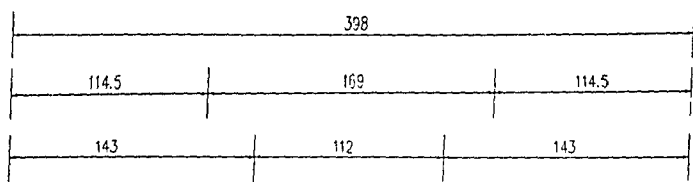
TRABE TC



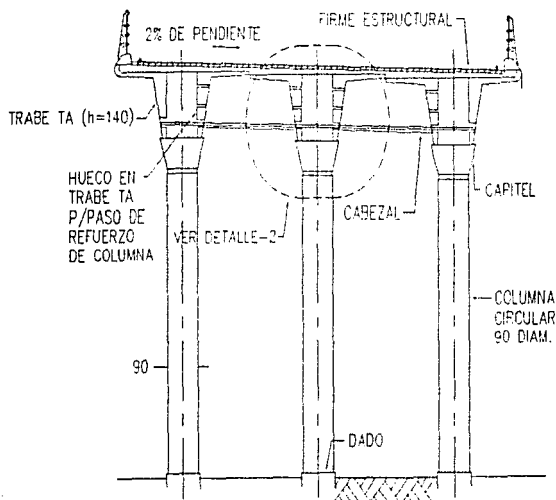
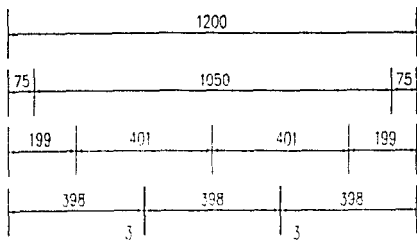
CORTE A-A
TRABE TC



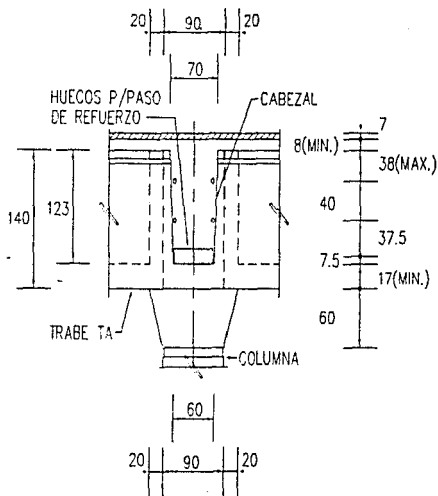
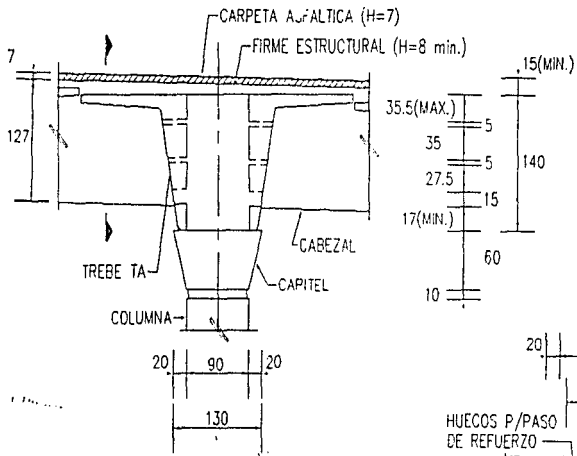
CORTE B-B
TRABE TC



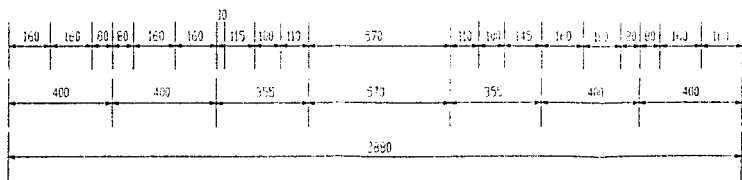
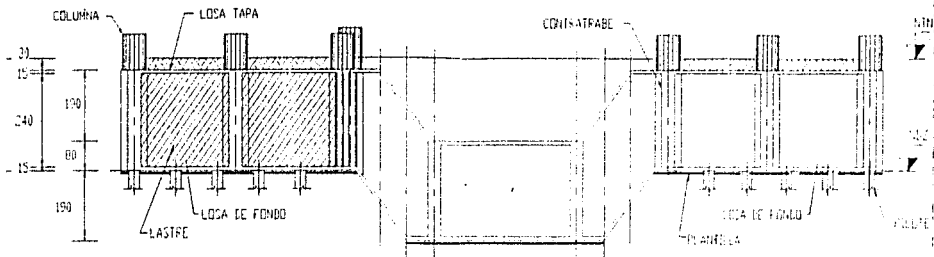
CORTE C-C
TRABE TC



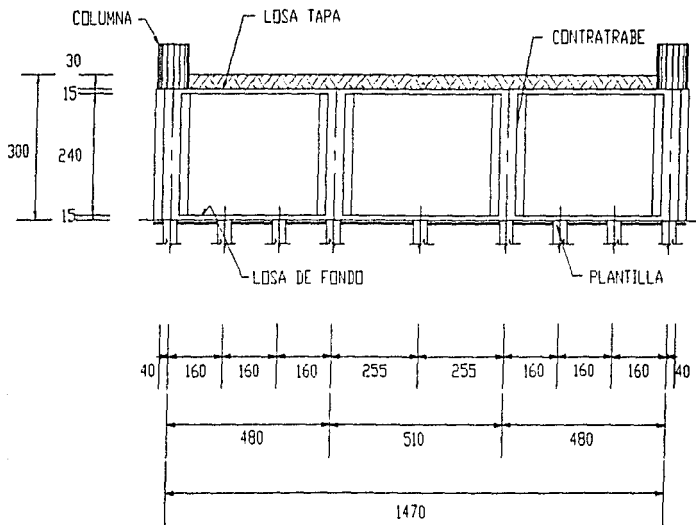
VIALIDAD B - B'
CORTE



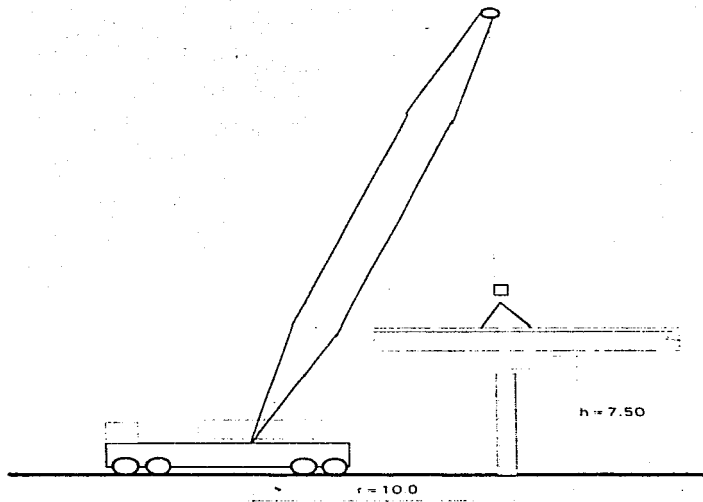
DETALLE - 2
 TRABE h=140



ZAPATA Z-7
CORTE LONGITUDINAL

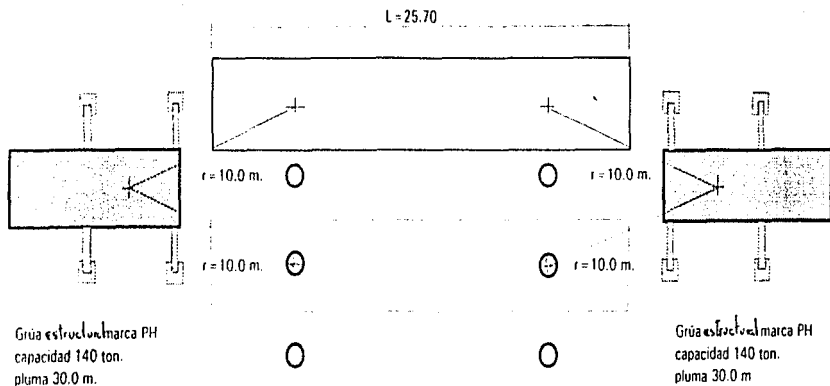


ZAPATA Z-7
CORTE TRANSVERSAL



E L E V A T I O N

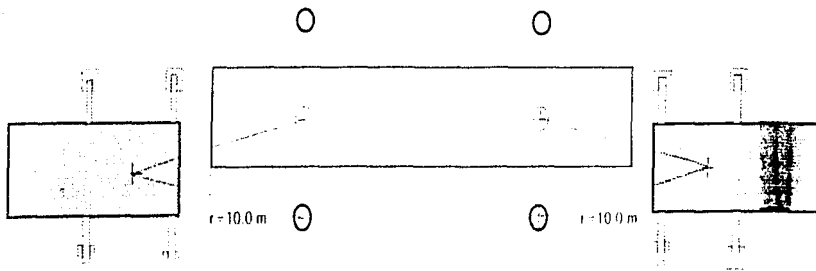
PRIMERA ETAPA



P L A N T A

SEGUNDA ETAPA

L = 14.70

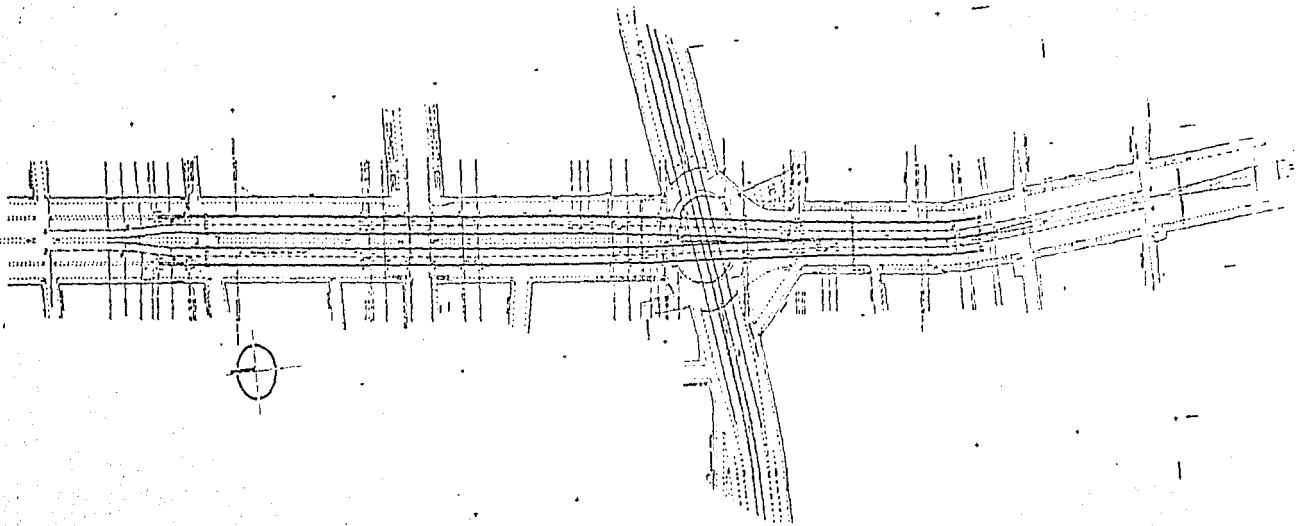


Grúa estructural marca PH
capacidad 140 ton.
pluma 30.0 m.

Grúa estructural marca M
capacidad 140 ton.
pluma 30.0 m.

P L A N T A

PUENTE VEHICULAR EJE 3 ORIENTE-VIADUCTO



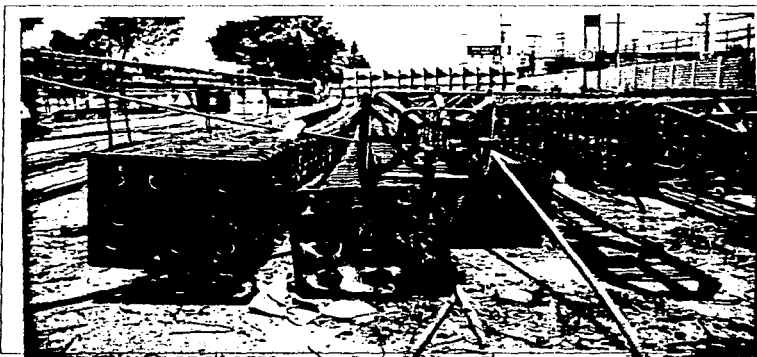
ALBUM FOTOGRAFICO



PERFORACION PREVIA PARA EL HINCADO DE PILOTES



ACABADO DE PILOTES



PIERRE DE PILOTES



HINCADO DE PILOTES



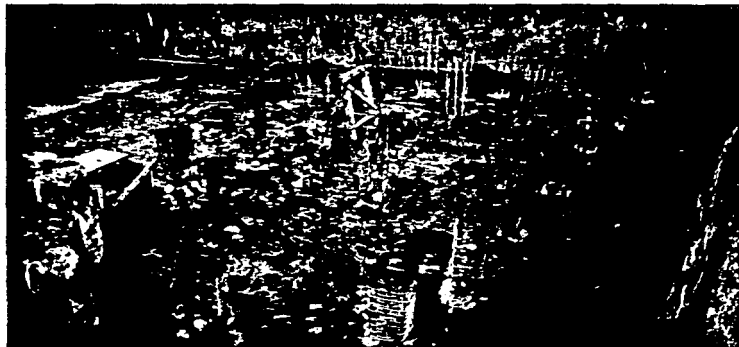
UNION DE CABEZA-PUNTA DEL PILOTE A BASE DE SOLDADURA



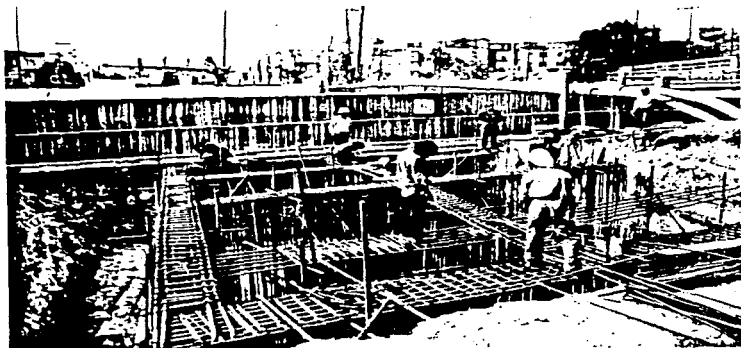
EXCAVACION PARA CAJON DE CIMENTACION



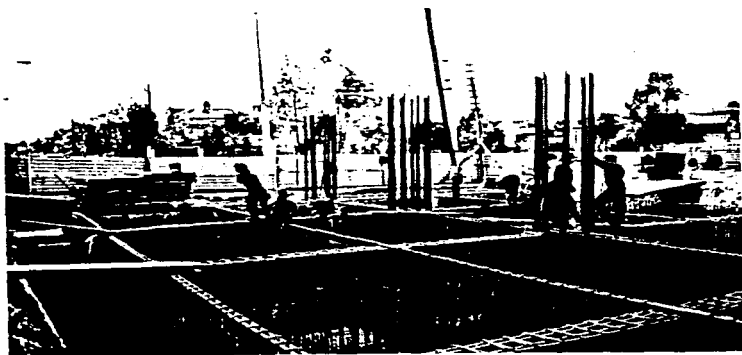
EXCAVACION PARA CIMENTACION

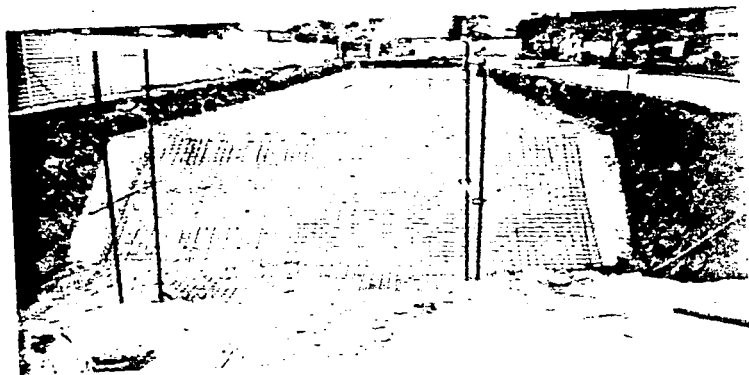


DESCARTE DE PILES

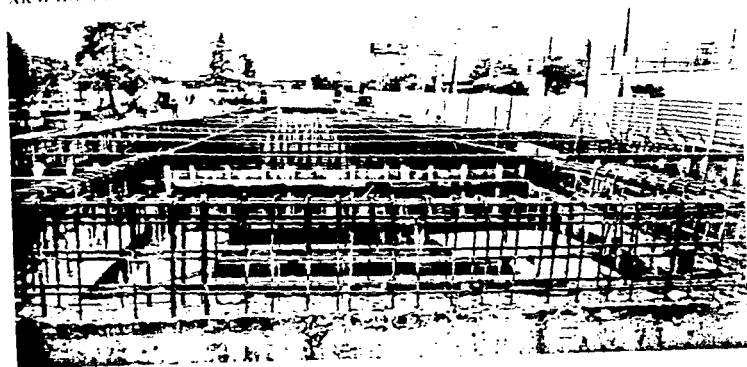


ARMADO DE CONTRAFRANES

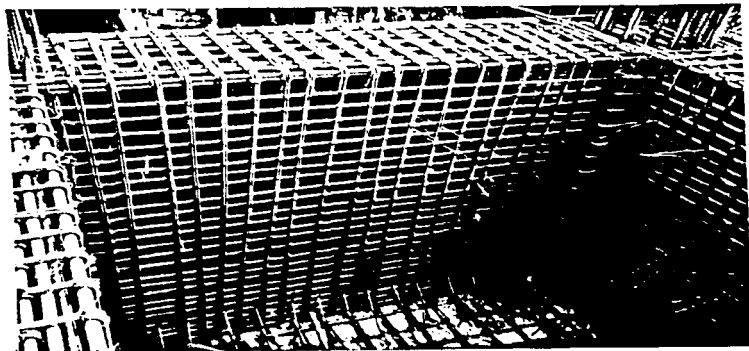




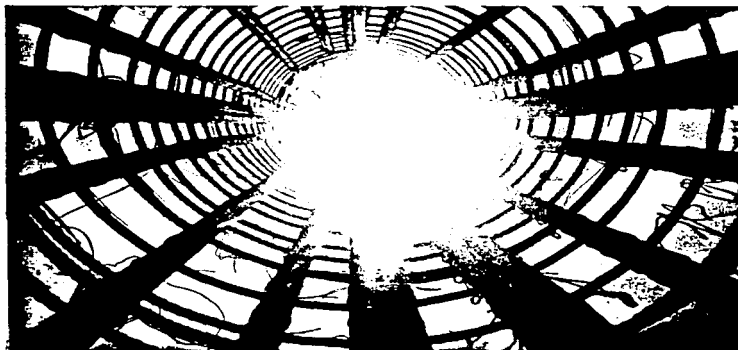
ARMADO DE LOS A DE FONDO EN AIRE PLEN



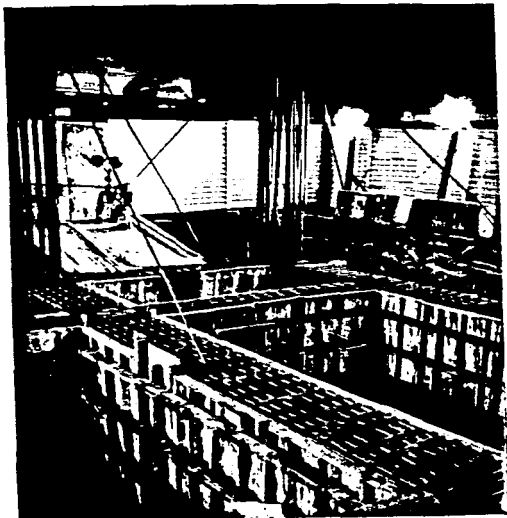
ARMADO DE CONTRABRIBEN EN AIRE PLEN



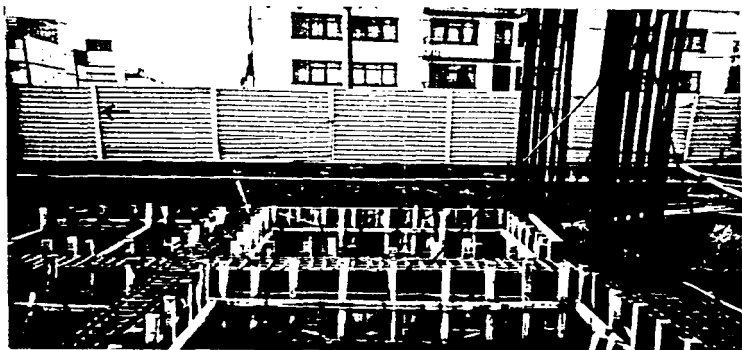
DETALLE DEL ARMADO DE UNA CONTRAFLANJE



ARMADO DE COLUMNA



DETALLE DE LA CIMBRA EN LAS CONTRATRABES

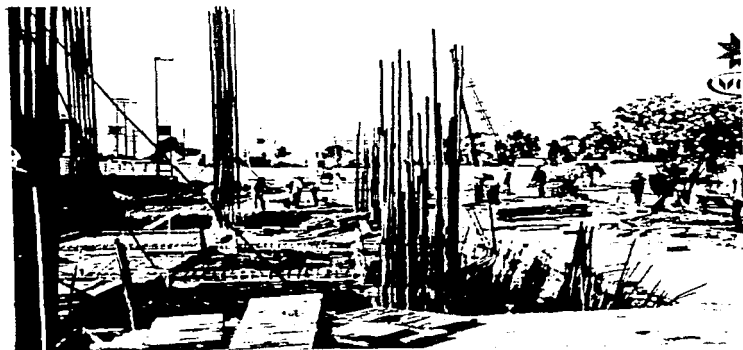


CIMBRA DE CONTRAFRABE

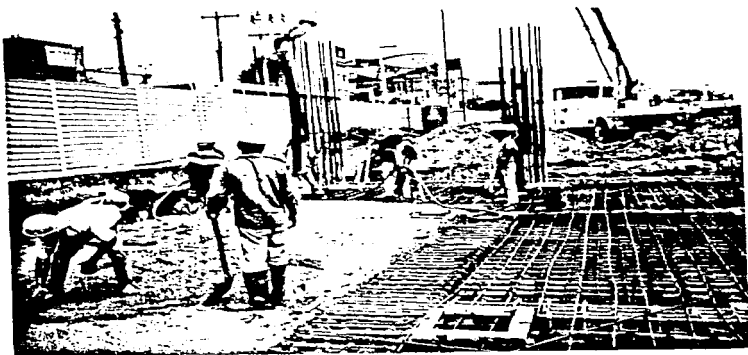




COLEGANTO DE INSI. ELEMEN



CIMBRA DE LOSA TAPA



ARMADO LOSA TAPA



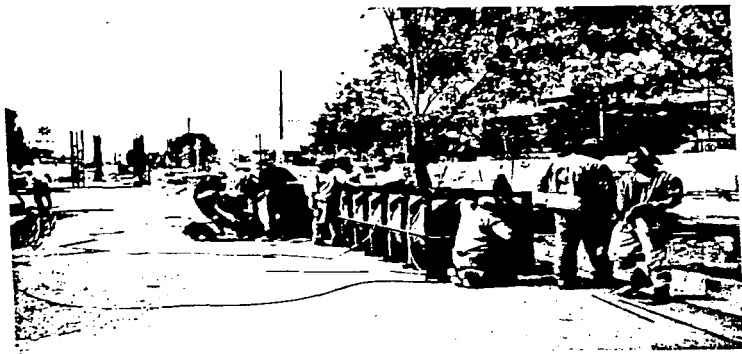
COLADO LOSA TAPA



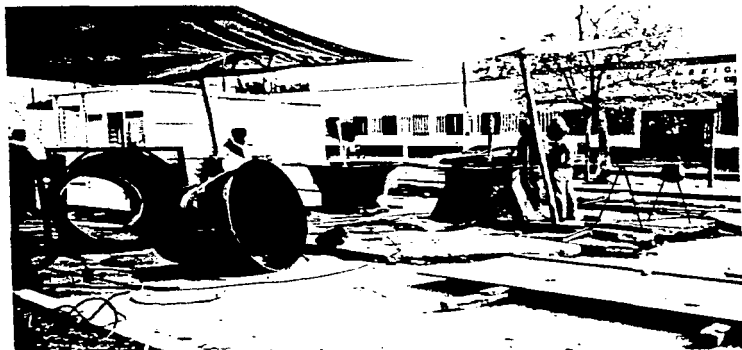
IMPERMEABILIZADO DE CAJON DE CONTRATRAS



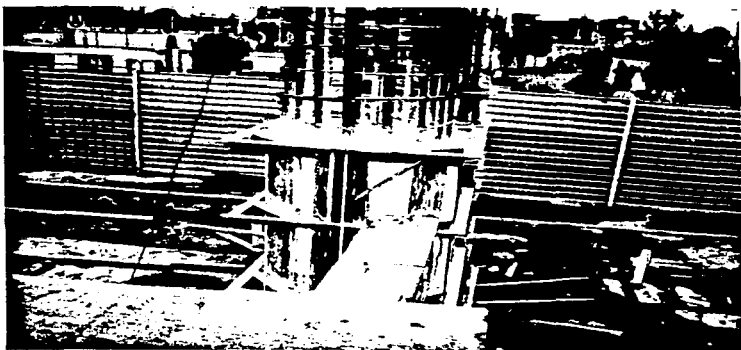
HECHURA DE BULBOS DE SOLDADURA EN ARMADO DE COLUMNAS



CIMBRA METALICA DE COLUMNAS



CIMBRA METALICA PARA CAPIETE



DETALLE DE CIMBRA PARA COLUMNAS



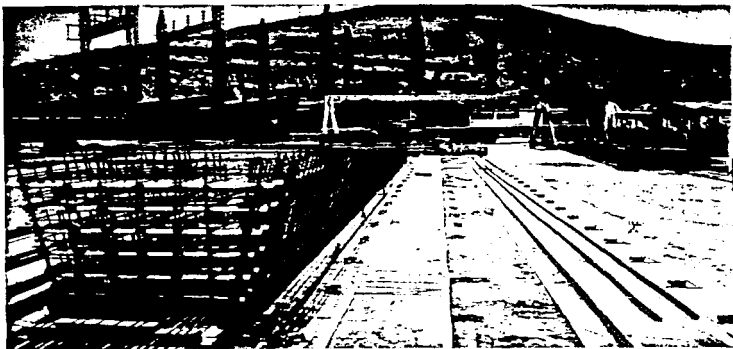
VISTA DE LA CONSTRUCCION DESDE LA ZAPATA No. 7



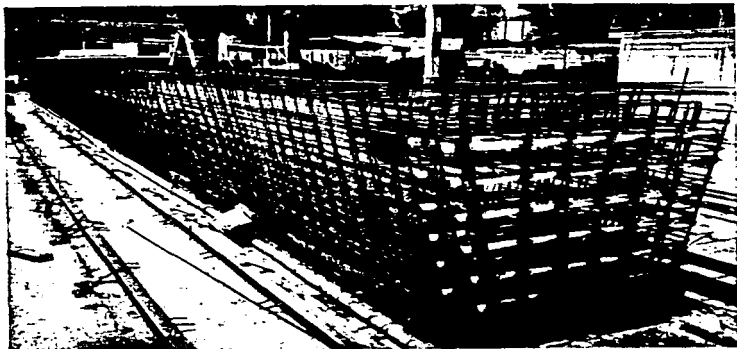
GRUA ESTRUCTURAL CAP. 140 TON.

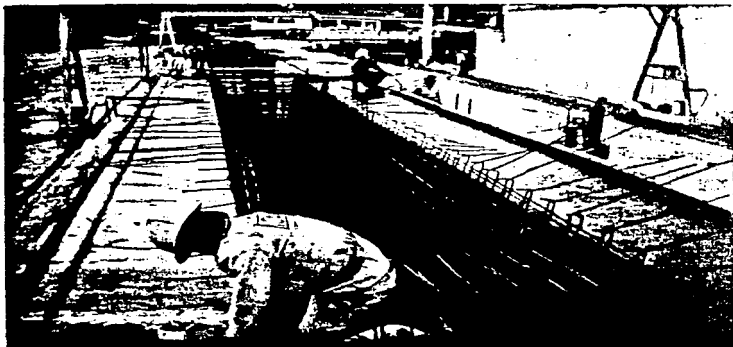


VISTA DE LA CONSTRUCCION DESDE LA ZAPATA No.6



ARMADO DE TRABES

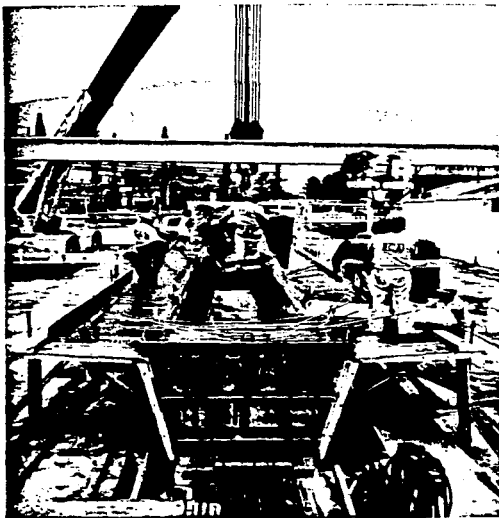




ARMADO DE TRABES



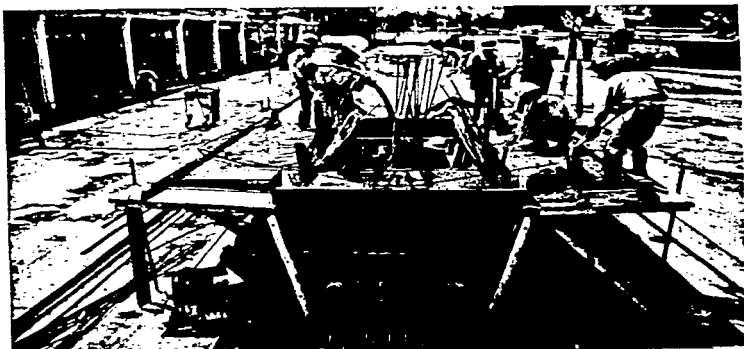
CIMBRA METALICA PARA TRABES



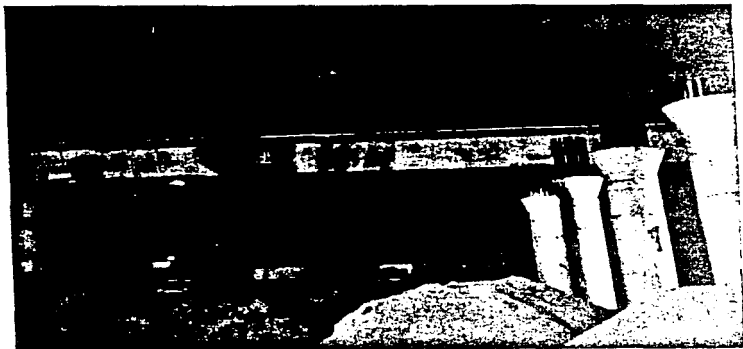
ARMADO DE TRABE



COLADO DE TRABES

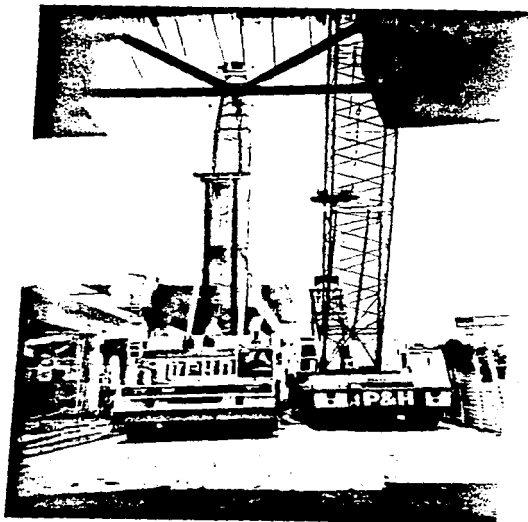


VIBRADO DE CONCRETO EN TRABES

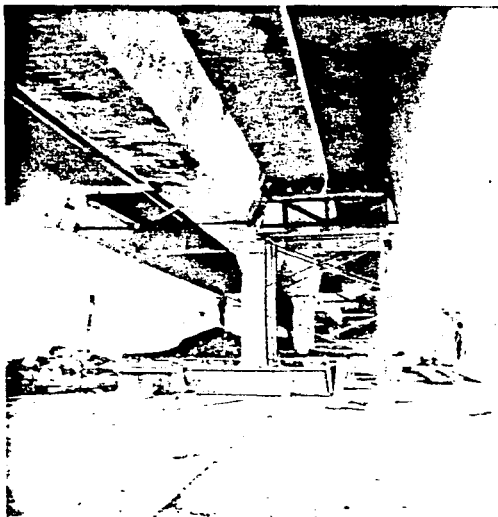


MONTABATE TRABES





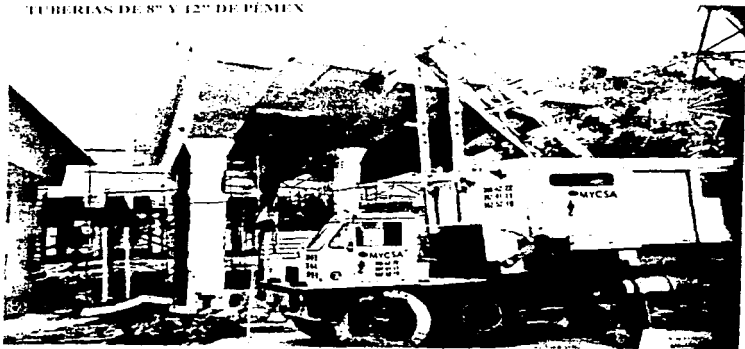
GRUAS ESTRUCTURALES UTILIZADAS PARA EL
MONTAJE DE TRABES



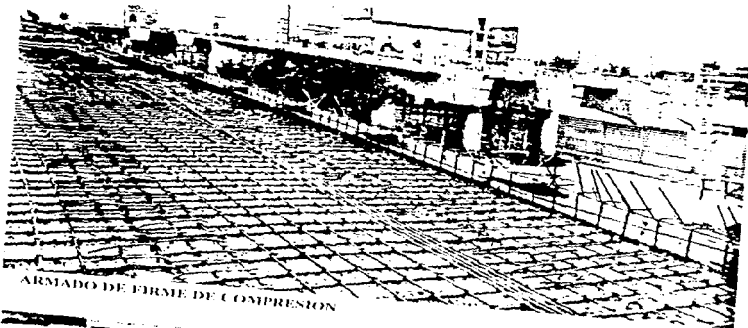
DIAFRAGMAS METALICOS EN SUPERESTRUCTURA



TUBERIAS DE 8" Y 12" DE PÉÑON

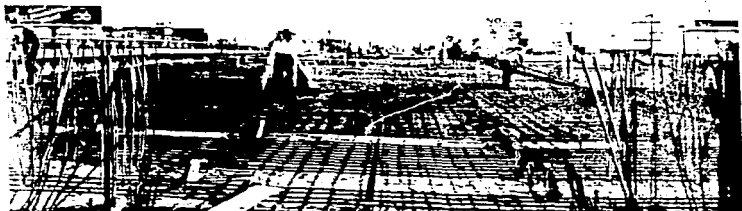


GRUA ESTRUCTURAL

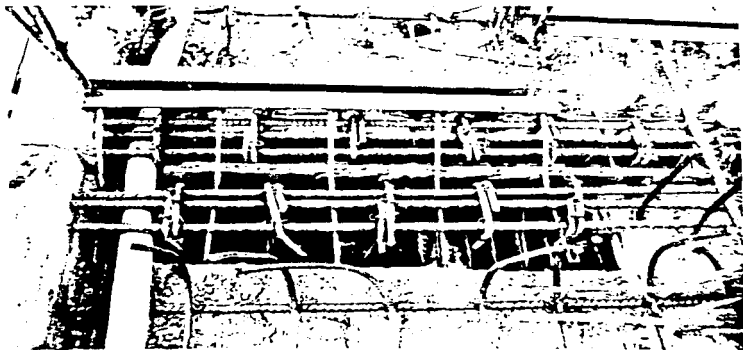


ARMADO DE FERRE DE COMPRESION

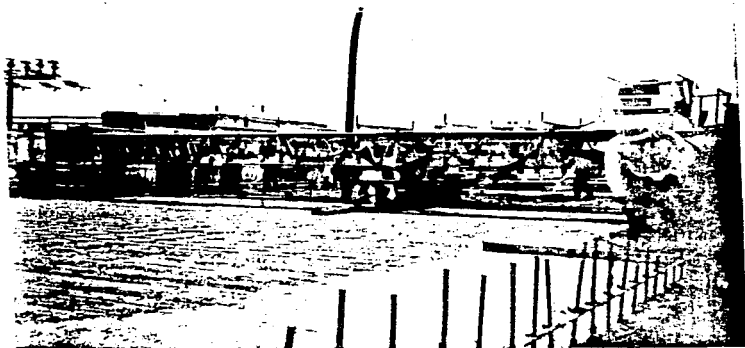




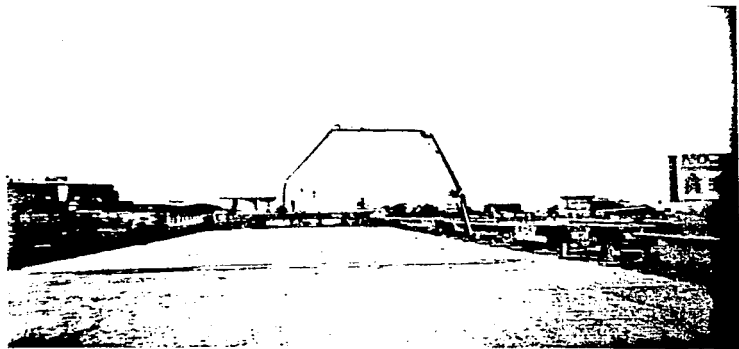
RECTIFICACION DE NIVELES SOBRE TRABES



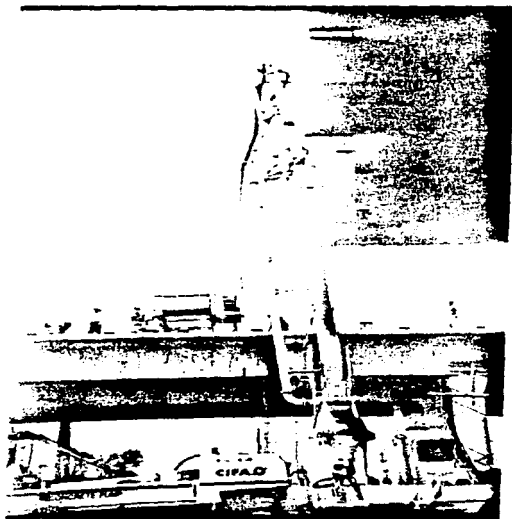
ARMADO EN UNION DE TRABES



COLADO DE FIRME DE COMPRESION CON REGLA VIBRATORIA



COLADO DE DIAFRAGMAS DE CONCRETO CON BOMBA TELESCOPICA



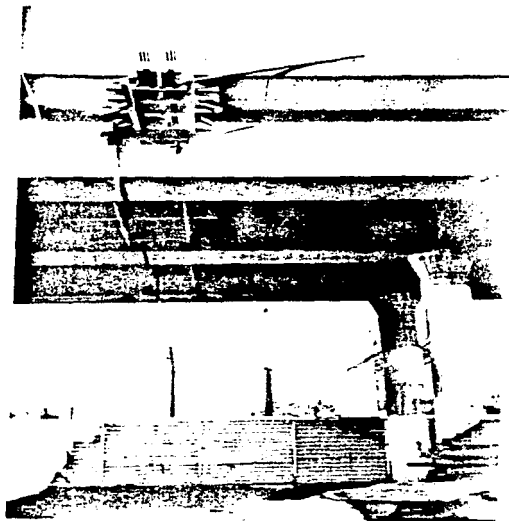
COLADO DE DIAFRAGMAS DE CONCRETO CON EQUIPO TELESCOPICO



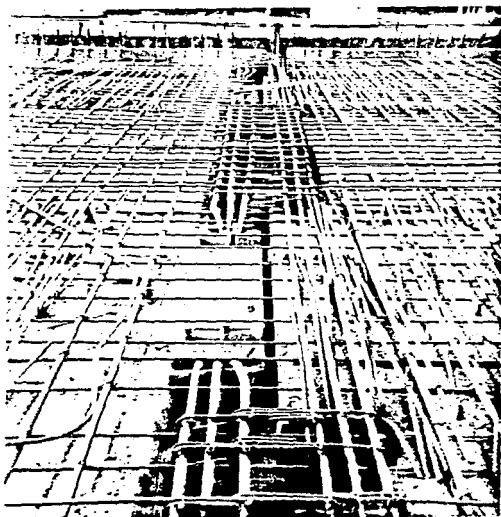
CIMBRA PARA TRABES DE BORDE



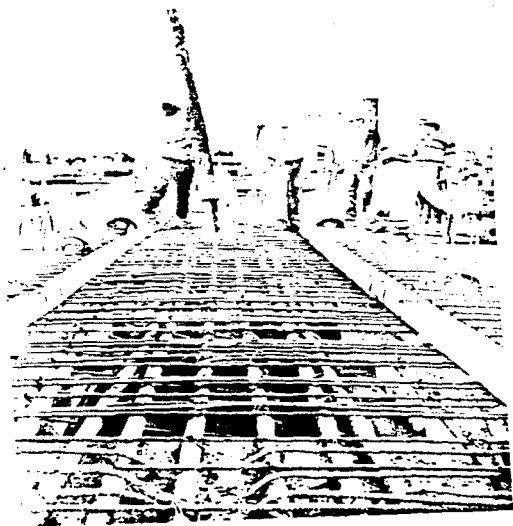
PARAPETO METALICO



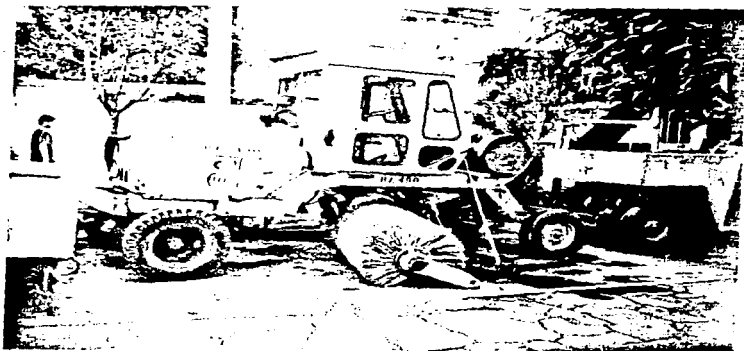
CIMBRA DE TRABES DE BORDE



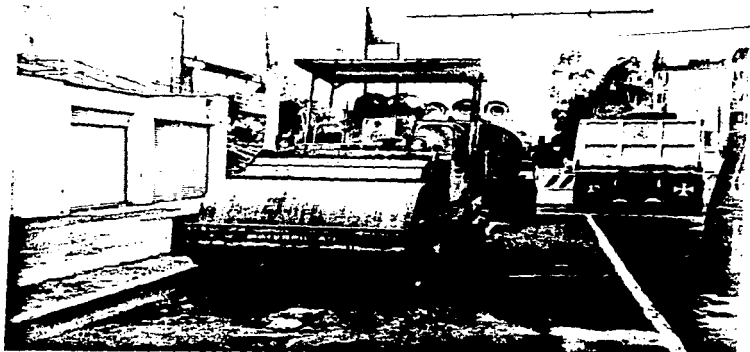
ARMIADO EN LA UNION DE TRABES



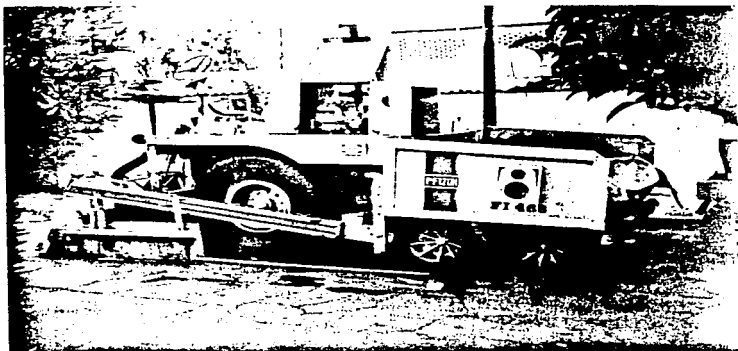
COLADO DE DIAFRAGMA DE CONCRETO



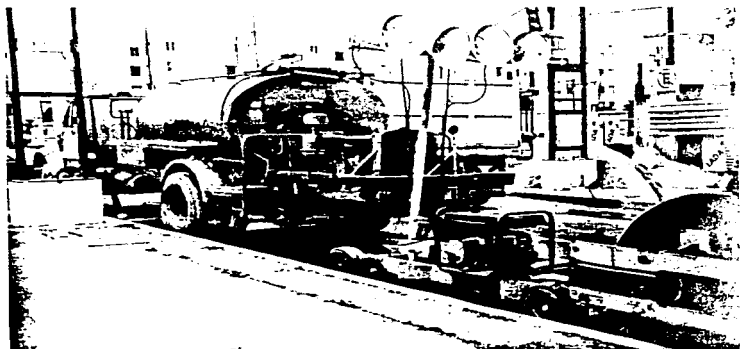
CEPELO LIMPIADOR



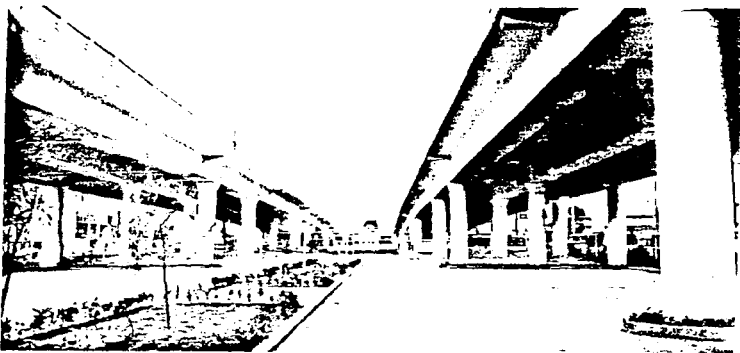
RODILLO VIBRATORIO



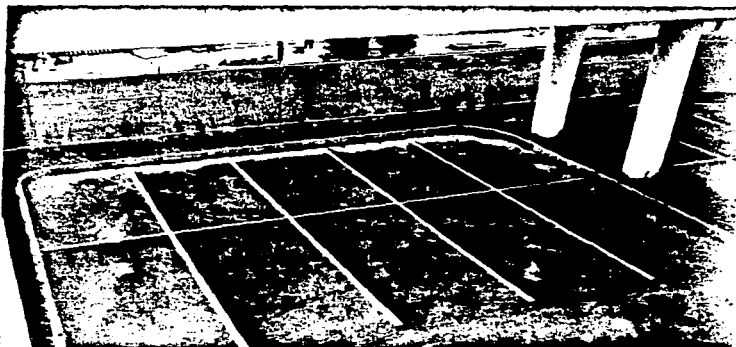
ASFALTADORA



PETROLIZADORA Y EQUIPO MOVIL DE ILUMINACION

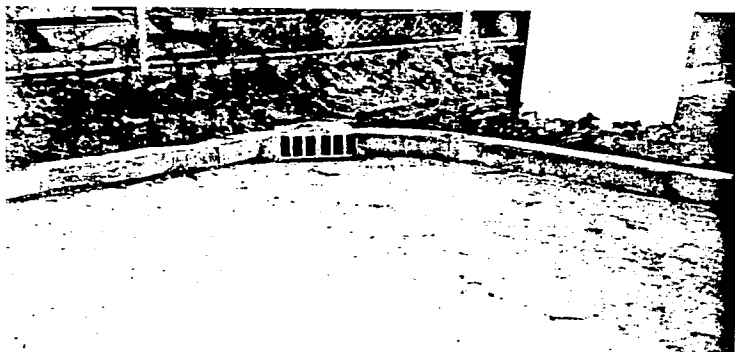


CAJONES DE ESTACIONAMIENTO BAJO PUENTE





JARDINERIA BAJO PUENTE

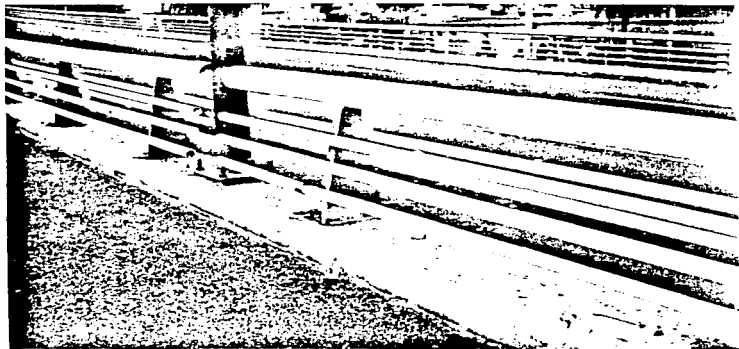


DRENAJE BAJO PUENTE

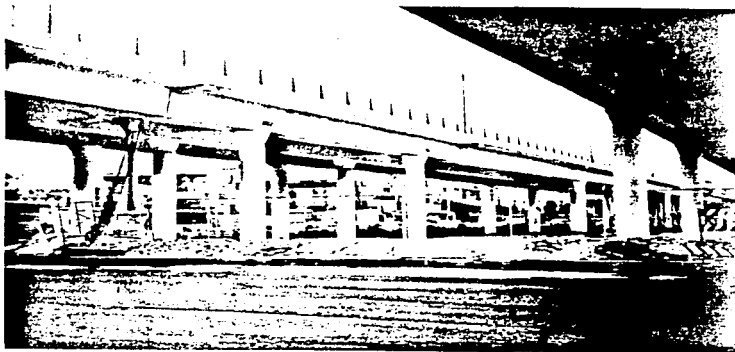


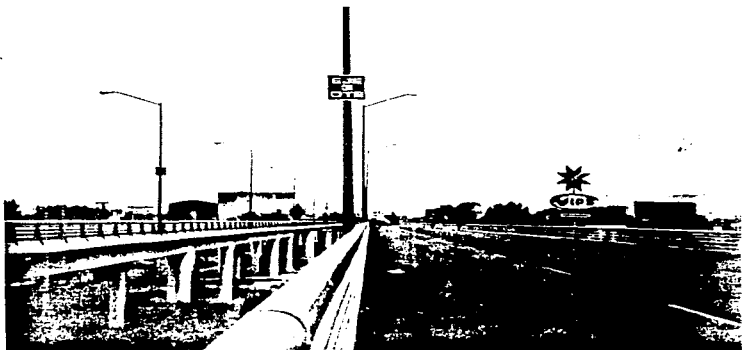
ASFALTO DE LAS LATERALES DEL PUENTE





DETALLES DE PARAPETO METALICO

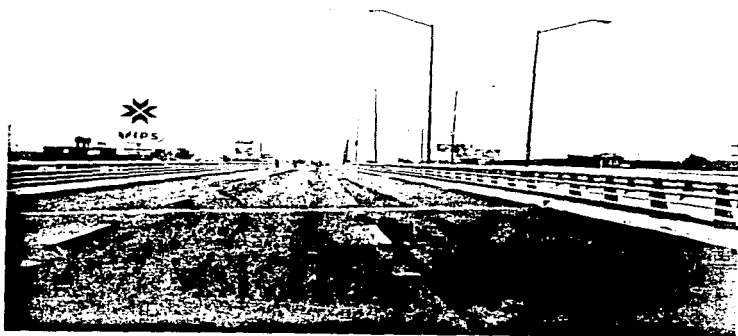




SEÑALAMIENTO VERTICAL



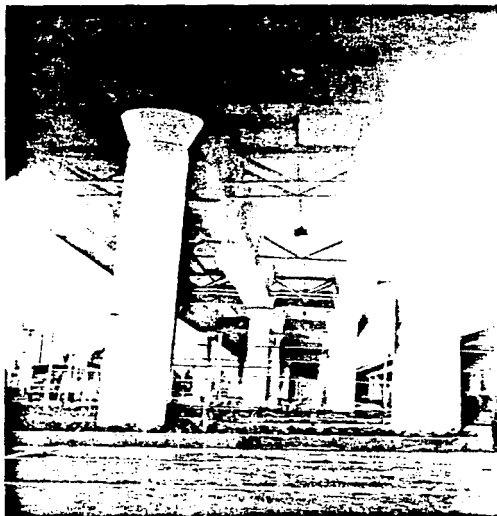
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL



ALUMBRADO SOBRE PUENTE



DETALLE DE JARDINERIA BAJO PUENTE



ALUMBRADO BAJO PUENTE

FUENTES :

- Justificación Técnica
"Puente Vehicular Eje 3 Orinete-Viaducto"
RIOBOO
- Estudio de Mecánica de Suelos
"Puente Vehicular Eje 3 Orinete-Viaducto"
RIOBOO.
- Memoria del Análisis Estructural
"Puente Vehicular Eje 3 Orinete-Viaducto"
RIOBOO.
- Diseño Estructural
Roberto Meli
Editorial LIMUSA, S.A. de C.V.
México, D.F., 1990.
- Diseño de Puentes
Dirección General de Obras Públicas
Subdirección de Obras Viales.
- Memoria Descriptiva
"Puente Eje 5 Norte"
Departamento del Distrito Federal.
- Boletines de Detalles Constructivos
"Puente Vehicular Eje 3 Orinete-Viaducto"
RIOBOO.
- Reglamento de Construcciones
para el Distrito Federal
Editorial SISTA, S.A de C.V.
México, D.F., 1994
- Normas Técnicas Complementarias
del Reglamento de Construcciones
para el Distrito Federal.
Editorial SISTA, S.A. de C.V.
México, D.F., 1994

- Catálogo de Conceptos y Cantidades de Obra
Dirección General de Obras Públicas
para el D.D.I.
- Programa de Obra
Dirección General de Obras Públicas
Para el D.D.I.