



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"CAMPUS ARAGÓN"

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL
PUENTE VEHICULAR CONTINENTES
METROPOLITANO LINEA B"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
DIMAS COLIN CHAVEZ

Asesor: ING. RICARDO RODRIGUEZ CORDERO

México .

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**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
AVENIDA DE
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ARAGÓN

DIRECCION

DIMAS COLIN CHAVEZ
PRESENTE.

En contestación a su solicitud de fecha 13 de junio del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. RICARDO RODRIGUEZ CORDERO, pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado "PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE VEHICULAR CONTINENTES METROPOLITANO LINEA 'B'", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 17 de Junio de 1999
EL DIRECTOR
M. CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO



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

CCMC'AIR'unac.

A MIS PADRES Y HERMANOS

Sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer esta vida de lucha, sacrificio y superación constante, sólo deseo que entiendan que mis ideales, esfuerzos y logros han sido también suyos e inspirados en ustedes y constituyen la herencia más valiosa que pudiera recibir.

" Con cariño, admiración y respeto "

DIMAS COLIN CHAVEZ

A MIS PROFESORES Y COMPAÑEROS

A mis profesores un inmenso agradecimiento por los conocimientos y sabios consejos que me brindaron para afrontar con madurez la vida profesional. En especial al Ing. Ricardo Rodriguez Cordero por la asesoría de esta tesis.

A mis compañeros por todos aquellos gratos momentos que compartimos, por la amistad tan grande que llegamos a establecer y que sin su presencia hubiese resultado aún más difícil llegar al término de la licenciatura.

Un agradecimiento especial a la Universidad por permitirme pertenecer a ella y por la formación adquirida.

" Con admiración y respeto "

DIMAS COLIN CHAVEZ

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE VEHICULAR CONTINENTES
METROPOLITANO LINEA "B"**

I N D I C E

PRESENTACION	1
INTRODUCCION	3
I. ANTECEDENTES		
I.1	LOCALIZACION Y PLANEACION DEL PUENTE	5
I.2	INGENIERIA DE TRANSITO	6
I.2.1	AREAS DE ESTUDIO DE LA INGENIERIA DE TRANSITO	6
I.2.2	RECOPIACION DE INFORMACION	7
I.3	DEPENDENCIAS OFICIALES RESPONSABLES DE LA OBRA	13
I.4	JUSTIFICACION DEL PROYECTO	16
I.4.1	SITUACION ACTUAL DE LA ZONA	16
I.4.2	CONVOCATORIA Y ADJUDICACION	18
I.5	DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO	24
II. ESTUDIOS PRELIMINARES		
II.1	ESTUDIOS GEOTECNICOS	32
II.2	ESTUDIOS TOPOGRAFICOS	39
II.3	INSTALACIONES MUNICIPALES	39
II.4	AFECTACIONES	40
II.5	DESVIOS VEHICULARES	41
III. PROYECTO GEOMETRICO		
III.1	ELEMENTOS DE APOYO PARA EL PROYECTO GEOMETRICO	45
III.2	ANTEPROYECTO	47
III.2.1	ALINEAMIENTO HORIZONTAL	48
III.2.2	ALINEAMIENTO VERTICAL	54
III.3	PROYECTO GEOMETRICO EJECUTIVO	63
III.3.1	PLANTA GENERAL DE TRAZO Y CONSTRUCTIVA	63
III.3.2	PERFIL EJECUTIVO	66

III.3.3	PLANTA DE SECCIONES NIVELADAS	67
III.3.4	GEOMETRIA SUPLEMENTARIA	67
III.3.5	PLANTA DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO	68

IV. INSTRUMENTACION PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE

IV.1	PERITAJES NOTARIADOS DE LOS INMUEBLES UBICADOS A LO LARGO Y AMBAS MARGENES DE LA CONSTRUCCION DEL PUENTE	69
IV.2	INSTRUMENTACION	70

V. OBRAS INDUCIDAS

V.1	DESVIOS DE TUBERIAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS DE AGUA POTABLE	79
V.1.1	DESVIOS DE TUBERIAS PRIMARIAS DE AGUA POTABLE	79
V.1.2	DESVIOS DE TUBERIAS SECUNDARIAS DE AGUA POTABLE	87
V.2	DESVIOS DE COLECTORES	89
	ANEXO DE FIGURAS	94

VI. OBRA CIVIL

VI.1	PROCESO CONSTRUCTIVO DE PILOTES	101
VI.2	PROCESO CONSTRUCTIVO DE HINCADO DE PILOTES	103
VI.3	PROCESO CONSTRUCTIVO DE ZAPATAS Y COLUMNAS	107
VI.3.1	PROCESO CONSTRUCTIVO DE ZAPATAS	107
VI.3.2	PROCESO CONSTRUCTIVO DE COLUMNAS	113
VI.4	PROCESO CONSTRUCTIVO DE RAMPAS DE ACCESO Y MUROS ESTRIBO	116
VI.4.1	RAMPAS DE ACCESO	116
VI.4.2	MUROS ESTRIBO	118
VI.5	PROCESO CONSTRUCTIVO Y COLOCACION DE ELEMENTOS PRESFORZADOS	122
VI.5.1	PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS PRESFORZADOS	125
VI.5.2	MONTAJE Y NIVELACION	131
VI.6	PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PASO PEATONAL ADOSADO AL PUENTE	144

VI.7 PROCESO CONSTRUCTIVO DE TERRACERIAS Y PAVIMENTOS	149
VI.7.1 TERRACERIAS	149
VI.7.2 PAVIMENTOS	150
ANEXO DE FIGURAS	153

VII. CONTROL DE CALIDAD

VII.1 CONTROL DE CALIDAD EN EL ACERO DE REFUERZO	158
VII.2 CONTROL DE CALIDAD EN EL ACERO DE PRESFUERZO	160
VII.3 CONTROL DE CALIDAD EN LA CIMBRA	161
VII.4 CONTROL DE CALIDAD EN EL CONCRETO	163
VII.5 CONTROL DE CALIDAD EN TERRACERIAS Y PAVIMENTOS	168
VII.5.1 TERRACERIAS	168
VII.5.2 PAVIMENTOS	169
ANEXO DE FIGURAS	172

VIII. URBANIZACION

VIII.1 OBRA EXTERIOR Y JARDINERIA	175
VIII.1.1 OBRA EXTERIOR	175
VIII.1.2 JARDINERIA	177
VIII.2 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL	177
VIII.2.1 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	178
VIII.2.2 SEÑALAMIENTO VERTICAL	178
VIII.3 INSTALACIONES	181
VIII.3.1 DRENAJE PLUVIAL	181
VIII.3.2 ALUMBRADO PUBLICO	182

IX. COSTO Y PROGRAMA DE OBRA

IX.1 COSTO DE LA OBRA	184
IX.2 PROGRAMA DE OBRA	189

CONCLUSIONES	193
---------------------------	-----

BIBLIOGRAFIA	195
---------------------------	-----

P R E S E N T A C I O N

Uno de los principales problemas al cual se enfrenta cualquier ciudad del mundo, es el desenfrenado crecimiento demográfico con las consecuencias lógicas que esto ocasiona, siendo una de las más críticas el aumento del flujo vehicular.

El incremento en el flujo vehicular se presenta en forma proporcional al crecimiento de la población e inversamente proporcional a las mejoras geométricas requeridas en cruces y avenidas para contrarrestar o disminuir, en el mejor de los casos, la afluencia vehicular.

Actualmente, la Ciudad de México forma una zona metropolitana que va más allá de los límites político-administrativos del Distrito Federal y de continuar con la actual tendencia de crecimiento, esta gran urbe se transformará en el fenómeno urbano del siglo con una cifra aproximada de 23.4 millones de habitantes para el año 2 000, en la hipótesis media de crecimiento demográfico y además, si a esto se suman los 11.5 millones de vehículos (crecimiento del 11% anual, según censo realizado en 1980) que habría para entonces, se vislumbra un panorama desalentador para los habitantes de esta gran urbe.

Para hacer frente a este compromiso, las autoridades del Departamento del Distrito Federal a través de la Dirección General de Construcción de Obras del Sistema de Transporte Colectivo, ha formulado el Plan Rector de Vialidad y Transporte, cuyo objetivo principal consiste en la implantación de un sistema integral y coordinado de transportación, orientado por una clara política social que garantice la prestación de un servicio eficiente de transporte. Para tal efecto considera la reducción del uso del automóvil, haciendo deseable y posible el uso del transporte colectivo y desalentando el del primero.

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

Una de las variadas necesidades que demanda la población es el transporte. Esta es una de las problemáticas que requieren de mayor atención y prioridad para la estructuración de nuestro desarrollo social y económico, ante la evolución de los servicios de comunicaciones y transportes que influyen directamente en el progreso económico y el bienestar general de la población.

Ante esta perspectiva, el elemento fundamental del servicio de transporte es la construcción del metro, el cual es un medio eficiente, seguro y económico.

P R E S E N T A C I O N

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

En relación a lo anterior, la más reciente expansión del metro viene a ser el Metropolitano Línea "B" (tramo: Buenavista-Ciudad Azteca), la cual modificará la operación de varios cruces y será necesario construir diez pasos elevados y tres distribuidores en los cruces viales de primer orden, entre ellos se encuentra el Puente Vehicular Continentes, al cual me referiré en este estudio.

El proyecto del Puente Vehicular Continentes además de solucionar el cruce que forman la Av. Boulevard Bosques de los Continentes (oriente) con la Av. Jorge Jiménez Cantú (poniente), mantiene la continuidad vehicular de la Av. Carlos Hank González (Av. Central). Asimismo, proporcionará servicio de acceso a la Estación Continentes del Metropolitano Línea "B", brindando con esto una mayor seguridad y funcionalidad a la obra de infraestructura.

Los objetivos generales del Puente Vehicular Continentes son los siguientes:

- Lograr la mayor y mejor continuidad de los flujos vehiculares
- Satisfacer la demanda vehicular
- Ofrecer tanto a los vehículos como a los peatones las mejores condiciones de seguridad vial
- Dar la mejor solución geométrica para una eficiente y funcional operación
- Proporcionar la adecuada operación del transporte público con la creación de las bahías de ascenso y descenso para el ingreso directo a la Estación Continentes del metro.

Finalmente, la tesis que a continuación presento, es una descripción de los estudios preliminares y de los procedimientos constructivos que se involucran en la construcción del puente vehicular, así como de las diversas problemáticas a resolver antes, durante y después de su proceso.

I N T R O D U C C I O N

Existen pocos factores que resulten determinantes en la actividad económica de un país como el transporte, debido a que es un elemento indispensable para asegurar el abasto oportuno de insumos para la producción, bienes de consumo básico para la población y un movimiento eficiente de personas.

La función que tienen los sistemas de transporte y su importancia básica, no sólo radica en el movimiento de mercancías y/o personas, sino que siempre han contribuido a estructurar de un modo decisivo los procesos de expansión industrial, configuración del desarrollo urbano y determinar la ubicación de las actividades económicas en la zona donde estas se desarrollan.

Aun cuando el transporte es una de las problemáticas más difíciles de solucionar, es también, una de las prioridades en los planes y programas del Gobierno Federal, el Departamento del Distrito Federal, el Estado de México y de los municipios conurbados, para continuar estructurando el desarrollo social y económico, ya que la evaluación de los servicios de comunicaciones y transportes influye decisivamente en el progreso económico y el bienestar general de la población.

Ante este panorama, la construcción del metro se ha convertido en el elemento fundamental del servicio de transporte, planteado inicialmente como la realización de una obra permanente.

La más reciente expansión del metro viene a ser el Metropolitano Línea "B" (tramo: Buenavista-Ciudad Azteca), el cual por su trazo permitirá la comunicación entre las zonas nororiente y poniente del Area Metropolitana, dando cobertura a la parte norte del Centro Histórico de la Ciudad de México, que es uno de los puntos de mayor atracción de viajes de la ciudad.

El proyecto del Metropolitano Línea "B", se ubica al poniente-centro de la ciudad y nororiente del Area Metropolitana, tiene su origen en la zona de Lomas Hipódromo con dirección poniente-oriental, para proseguir en sentido norte hacia San Juan de Aragón y terminar en Ciudad Azteca, municipio de Ecatepec en el Estado de México; cruza por las delegaciones: Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Gustavo A. Madero del Distrito Federal y, los Municipios de Nezahualcoyotl y Ecatepec en el Estado de México, desplazándose por vialidades importantes tales como: el Boulevard Miguel de Cervantes Saavedra, Prolongación Moliere, Lago Ginebra, Plan de Guadalupe, Laguna del Armen, Eje 1 norte, las avenidas: Eduardo Molina, Astilleros, Oceanía y 608 en el Distrito Federal, así como la Av. Central en el Estado de México.

I N T R O D U C C I O N

Con la construcción de esta nueva línea del metro se pretende alcanzar la siguiente meta:

Establecer un sistema de transporte masivo entre la zona nororiente del Area Metropolitana de la Ciudad de México, misma que cuenta con grandes asentamientos humanos de estratos con alta densidad de población y bajos recursos económicos, con el Centro Histórico.

Como objetivos particulares se tienen los siguientes:

- a) Fortalecer la vialidad de la zona nororiente, creando una vía rápida de circulación continua alrededor de 15 Km con accesos totalmente controlados, es decir, con soluciones viales a desnivel en los cruces importantes.
- b) Ordenar el transporte de baja capacidad en la zona.
- c) Disminuir la generación de contaminantes a la atmósfera del orden del 2 al 4% del que actualmente se genera en el área metropolitana de la Ciudad de México.

La Dirección General de Construcción de Obras del Sistema de Transporte Colectivo, contempló a lo largo del Metropolitano Línea "B", la construcción de diez pasos elevados y tres distribuidores en los cruces viales de primer orden, los cuales menciono a continuación: Puentes Marruecos, Ferrocarril los Reyes, Continentes, Impulsora, Río de los Remedios, Muzquiz, Gobernadores, Tecnológico, Boulevard de los Aztecas, Boulevard de los Teocallis y los distribuidores Oceanía-Zaragoza, Bosques de Aragón y Villa de Aragón.

El presente trabajo se enfocará únicamente a una de éstas obras de infraestructura como lo es el Procedimiento Constructivo del Puente Vehicular Continentes.

CAPITULO I. ANTECEDENTES

I.1 LOCALIZACION Y PLANEACION DEL PUENTE

Dentro de los programas prioritarios a corto plazo que el Departamento del Distrito Federal realiza, a través de la Dirección General de Construcción de Obras del Sistema de Transporte Colectivo, es la realización del Proyecto del Metropolitano Línea "B", el cual está contemplado dentro del Plan Maestro del Metro como Línea 10.

Una parte de su trazo está considerado a nivel, el cual confina a la Av. Carlos Hank González (Av. Central) y la convierte en un obstáculo para los volúmenes vehiculares y de personas que se trasladen a nivel de oriente a poniente y viceversa, para tal efecto estos movimientos se realizarán a través de puentes vehiculares y peatonales como es el caso del Puente Vehicular Continentes en este estudio.

De acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo Urbano, todos los centros de población en el país tienen la tarea de producir los instrumentos necesarios para regular, normar y orientar su crecimiento durante los próximos 20 años.

Por tal motivo, se ha elaborado el Plan de Desarrollo Urbano, cuya meta al año 2000, pretende lograr mediante la organización territorial tres áreas bien definidas:

- a) Superficies susceptibles de desarrollo, logradas mediante las redensificaciones e integración de actividades complementarias.
- b) Consiste en áreas de amortiguamiento destinados a la recreación y servicios con doble densidad de construcción
- c) En la zona de preservación o de reserva, que contendrá las actividades agropecuarias, forestales y de carga acuífera.

El Plan de Desarrollo está compuesto por planes parciales correspondientes a cada delegación y municipio, en los que está dividida la ciudad y su área conurbada (zona metropolitana).

El Puente Continentes se localiza en el municipio de Nezahualcóyotl, Estado de México, contemplado en los objetivos de integración que contempla el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Departamento del Distrito Federal y del Estado de México. El puente vehicular liga de manera directa la zona norte del municipio de Nezahualcóyotl, la colonia Bosques de Aragón (lado oriente, con referencia a la Av. Central) con las colonias Vergel de Guadalupe, Pradera y Ampliación Providencia (lado poniente), éstas dos últimas correspondientes a la delegación Gustavo A. Madero del Distrito Federal, que contempla al subcentro urbano Aragón, permitiendo así la integración de ambas zonas, mediante el desarrollo vial.

CAPITULO I. A N T E C E D E N T E S

Un plan adicional ha sido elaborado para la regularización y el transporte en la ciudad, se trata del Plan Maestro del Metro, que cuenta con un programa a largo plazo que pretende implementar 18 líneas del metro, incluyendo las 8 en operación y para continuar con este plan, actualmente se elabora el proyecto del Metropolitano Línea "B", que dará servicio al nororiente de la ciudad, cuyo recorrido es por el eje 1 norte, oceanía, Av. 608 y Av. Central hasta Boulevard de los Aztecas. Este proyecto a la vez nos conduce a realizar proyectos de puentes vehiculares para librar el obstáculo del metro por su solución a nivel, como es el Puente Vehicular Continentes, al cual me refiero en este estudio.

1.2 INGENIERIA DE TRANSITO

1.2.1 AREAS DE ESTUDIO DE LA INGENIERIA DE TRANSITO

La ingeniería de tránsito es una técnica relativamente nueva, que nace como consecuencia de las nuevas necesidades motivadas por el desarrollo y la interrelación existente entre las vialidades, el vehículo y el peatón.

La ingeniería de tránsito se encarga de la operación vial, cubre e interviene en los siguientes cinco aspectos fundamentales en las vías urbanas y rurales:

1. Planeación
2. Proyecto
3. Construcción
4. Conservación
5. Operación

La ingeniería de tránsito se ocupa de problemas que no son sólo dependientes de factores físicos, sino que frecuentemente incluyen el comportamiento humano del conductor y el peatón, así como sus interrelaciones con la complejidad del medio ambiente que le rodea.

Los problemas creados por la concentración de vehículos rebasaron las medidas dictadas por la práctica elemental y aplicadas por los organismos de seguridad pública. De ésta manera surge la necesidad de obtener un mayor rendimiento de las calles existentes.

CAPITULO I. A N T E C E D E N T E S

A medida que los problemas de tránsito se fueron tratando con criterios ingenieriles, se ha ido enriqueciendo esta técnica, dando como resultado un mayor desarrollo en el campo de la planeación y del transporte en su más amplio sentido. Un ejemplo donde interviene la planeación es en el pronóstico de los volúmenes de tránsito que se pueden generar, en el proyecto geométrico de las vías, en la previsión de desviación de las corrientes de tránsito, cuando se trata de la construcción de un puente, como es el caso de este estudio.

También interviene en los aspectos operacionales como en el transporte público, en la legislación vial, en los procedimientos y tácticas policiacas, en la educación del usuario, en la iluminación de las vías, etc., especialmente relacionados con el movimiento de vehículos y de personas.

Sin embargo, la construcción de nuevas vías y líneas de transporte colectivo públicas no siempre constituyen la única solución para disminuir el congestionamiento.

I.2.2 RECOFILACION DE INFORMACION

La presencia del Sistema de Transporte Colectivo sobre la vía, ha originado la presencia de siete puentes vehiculares de enlace en el Edo. de México que integran las zonas oriente y poniente de la Av. Central.

Para determinar el comportamiento actual de los volúmenes vehiculares y peatonales en la zona de influencia y fuera de ella, se realizaron los estudios de campo que reflejen la movilidad generada atraída a través del corredor y las zonas donde se plantean los puentes, misma que nos dará la pauta para desarrollar el diagnóstico y pronóstico de las tendencias de crecimiento vehicular y peatonal.

Tratándose de una zona de alta movilidad, coincidente con los límites del Distrito Federal y los municipios conurbados (Nezahualcoyotl y Ecatepec), se integran a través de la vía primaria Av. Central misma que asume la función de columna vertebral del esquema vial del Edo. de México, en la zona oriente, acorde con su calidad e importancia de movilidad, alberga parte del trazo (a nivel) de la Línea "B".

Para determinar la sección de arroyo de cada puente, se desarrollaron los trabajos de captura de información de campo, base para el diagnóstico. Estos consisten en aforos vehiculares (maestra de 16 horas), aforo direccional con composición vehicular (retornos, accesos y salidas) de la vialidad colectora adyacente y coincidente, aforos peatonales, movilidad (características físicas de la red adyacente), inventario de señalización y accidentes de tránsito.

CAPITULO I. A N T E C E D E N T E S

AFOROS VEHICULARES

Con el propósito de conocer el número de vehículos que circulan a través de la Av. Central, se realizó un aforo vehicular (maestra) durante 16 horas continuas, con cortes a cada 15 minutos en los accesos del entronque de Av. 402, Av. 608 y Av. Central, adicionando los movimientos direccionales que se realizan en la intersección.

El día de aforo se determinó en función del comportamiento promedio, día típico, obtenido de la demanda porcentual semanal (movilidad O.D., P.M.M.), por lo anterior, el día de aforo fué el martes 17 de mayo de 1994, durante el período de 7:00 a 19:00 hrs.

A través de los datos obtenidos, se tiene que los volúmenes captados a través del corredor son:

De norte a sur: 37 267 y de sur a norte: 34 865.

La composición vehicular en ambos sentidos (norte-sur y sur-norte) es de 71% vehículos tipo A (automóviles), 23% transporte público tipo B y 6% de vehículos tipo C (camiones de carga).

En relación a los volúmenes aforados y su variación, se obtuvo que el período de mayor movilidad (máxima demanda) corresponde de 7:00 a 10:00, mismo en el que coinciden las horas de máxima demanda para los siete puentes vehiculares.

La variación de volúmenes para el Blvd. de los Continentes- Av. Jorge Jiménez Cantú, muestra que la hora de máxima demanda es de 7:30 a 8:30 horas.

AFOROS DIRECCIONALES

Conocida la hora de máxima demanda, se inició la captura de vehículos identificándolos de acuerdo a su movimiento direccional y su clasificación. Así se identificaron cada uno de los puntos de generación de movilidad, factibles estos de ser captados a través del puente vehicular.

La composición de vehículos asignados es la siguiente: en el sentido ote-pte, es de 91% vehículos tipo A, 6% vehículos tipo B, el cual se compone por microbuses y combis ; y 3% de vehículos tipo C (carga), mientras que en el sentido pte-ote es de 90% tipo A, 6% tipo B (combis y microbuses) y 4% tipo C.

CAPITULO I. ANTECEDENTES

MOVILIDAD

Se apreció claramente que el problema en la zona de análisis (Nezahualcóyotl corredor Av. Central) sigue consistiendo en el desplazamiento de vehículos, es decir, un promedio de 70 000 automóviles, representan el 96% de todos los vehículos y que apenas atienden el 20% de todos los viajes y ocupan el 75% para circular y estacionarse. En cambio el 4% del resto de vehículos, que son transporte colectivo, atienden el 80% de toda la población que viaja.

Por otro lado, la variación horaria de la demanda de viajes origen destino durante el día, presenta períodos cortos de tiempo en los cuales se concentra gran parte de la demanda de las 7 a las 10 horas se desplaza la tercera parte de todos los viajes.

Lógicamente en este pico se presentan los problemas más agudos del tránsito y del transporte en general, en la tarde y en la noche aparecen otros períodos de alta movilidad de viajes, no obstante, son de menor intensidad comparados con el matutino.

En la mañana (7:30 a 8:30) es la hora de mayor movimiento en la zona de estudio (Av. Central y Blvd. de los Continentes).

La generación y atracción de viajes efectuados en automóvil y transporte público en esta hora se presentan principalmente hacia la zona centro y en segundo término al Edo. de México, Naucalpan, Tlalnepantla, Eca·epec y Nezahualcóyotl (centro-oriente).

En cuanto a los motivos de los viajes de origen a destino efectuados a bordo de vehículos, predominan los de trabajo y negocio con el 30.6% del total, los escolares representan el 13.2%, los de compras el 2.6%, los viajes de retorno al hogar del 48.8% y otros motivos el 4.8%.

Se concluye que la movilidad se acentúa al norte, oriente y sur-oriente (transporte público), contraste la demanda de transporte privado se presenta al centro, nor-poniente y poniente de la ciudad. Asimismo, la zona centro sigue siendo el principal tractor de los viajes efectuados en automóvil y los distintos modos de transporte.

CAPITULO I. A N T E C E D E N T E S

INVENTARIO DE SEÑALIZACION

Para conocer la cantidad y tipo de señalización existente en la zona de estudio, se realizó una visita directamente a campo, donde pudo observarse que el señalamiento actual en cantidad y calidad está en muy malas condiciones, llegando en algunos lugares de la Av. Central a ser prácticamente inexistente a pesar de ser una vialidad de gran importancia. De la poca señalización existente, destaca la de tipo informativo, especialmente la referente a nombres de calles y límites de estado y municipios y aun en menor cantidad la de tipo restrictivo y preventivo. Se observó también que en el carril lateral de la Av. Central, especialmente sobre el carril derecho, existe mucha información pero esta es de tipo comercial instalada por los dueños de los locales comerciales localizados a ambos lados de la avenida.

En el caso particular de la zona de influencia del Puente Continentes, la situación es la descrita anteriormente. El señalamiento existente es más abundante sobre el lado poniente de la Av. Central donde termina la Av. Jorge Jiménez Cantú para incorporarse a ésta avenida. Esto se debe a la existencia de vías de ferrocarril y a tuberías propiedad de Petróleos Mexicanos, la primera paralela a la Av. Central en la zona de estudio y la segunda ubicada en la acera derecha de la Av. Jiménez Cantú en dirección poniente-oriente para continuar sobre Av. Central con dirección sur al lado de las vías del ferrocarril.

A F O R O S P E A T O N A L E S

En la zona en estudio los movimientos peatonales efectuados fueron registrados por medio de aforos directos, utilizando formas especiales. Los aforos peatonales se hicieron en las horas en que se presenta el mayor volumen vehicular. La razón por la que se tomó la hora de máxima demanda vehicular para hacer el conteo de peatones, se debe a que cuando se presenta la circulación con volúmenes máximos, es una indicación clara que la zona se encuentra en gran actividad y por lo tanto, se tendrán mayores conflictos entre peatones y vehículos.

CAPITULO I. A N T E C E D E N T E S

Con el objeto de determinar las dimensiones adecuadas de los puentes peatonales, de tal manera que sean económicos, seguros y eficientes, se realizaron aforos peatonales a todo lo largo de la Av. Central. La metodología a seguir fué primeramente eligiendo tramos que tuvieran una longitud equivalente al radio de influencia entre puentes, esto obedece a que no es posible aforar sobre un sólo punto, porque los peatones cruzan la Av. Central en cualquier lugar sobre la misma, pues no existen obstáculos y también porque los puentes peatonales existentes no son suficientes por la distancia que existe entre ellos y porque algunos solamente salvan los carriles de alta velocidad. Todo lo anterior porque se prevee captar el volúmen de peatones que cruzan la Av. Central a través de los puentes peatonales que se construirán adosados a los puentes vehiculares y los que se distribuirán entre éstos últimos. El aforo se realizó para una duración total de 12 horas y se eligió para el diseño la hora de máxima demanda, siendo la que va de las 7:30 a 8:30 de la mañana.

Se propusieron inicialmente las dimensiones mínimas recomendadas por el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, con dos pasarelas (una por lado) adosadas al puente vehicular. Se revisó el estado actual y el pronóstico tratando de que en condiciones normales no se excediera un nivel de servicio C con el objeto de evitar situaciones de conflicto, como puede verse en la tabla anexa, en la cual se describen los diferentes niveles de servicio peatonal, según el Reglamento Norteamericano AASHTO. Para las proyecciones se utilizó una tasa de crecimiento lineal del 3% anual, con la cual se obtuvieron niveles de servicio C y cercanos al C en el caso de pasarelas en puentes vehiculares sin estación de metro.

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 casos de emergencia deberían evacuarse la cantidad de 3 000 usuarios en un tiempo máximo de 3 minutos. Las dimensiones propuestas se revisaron para ésta condición sin considerar la posibilidad de que los usuarios salieran por el acceso que da a las bahías sobre el puente vehicular. Los resultados arrojaron que para un nivel de servicio F es posible evacuar un total de 2 980 usuarios en un tiempo máximo de 3 minutos. Por lo dicho inicialmente en éste 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.

CAPITULO I. ANTECEDENTES

NIVEL DE SERVICIO EN PUESTOS PEATONALES

NIVEL DE SERVICIO	ESPACIO MINIMO (M ² /PEATON)	VELOCIDAD PEATONAL PROMEDIO (M/MIN)	DESCRIPCION
A	12	80	MOVIMIENTOS COMPLETAMENTE INDEPENDIENTES A LA DE OTROS USUARIOS. LOS CONFLICTOS ENTRE PEATONES SON INEXISTENTES
B	3.72	76	LOS PEATONES DISPONEN DE UNA AREA LIBRE PARA CAMINAR . SI ES PRECISO REBASAR A OTROS PEATONES SERA MUY FACIL HACERLO Y NO SE GENERAN PROBLEMAS POR ELLO
C	2.23	73	EL ESPACIO PROPORCIONADO ES SUFICIENTE PARA CAMINAR Y REBASAR A OTROS USUARIOS EN LA MISMA DIRECCION. LA POSIBILIDAD DE QUE EXISTAN CONFLICTOS EN UN REGRESO ES POCA
D	1.40	69	EXISTE ALTA POSIBILIDAD DE CONFLICTO AL PRACTICAR RETORNOS, LA FRICCION Y LA INTERACCION ENTRE PEATONES ES FRECUENTE
E	0.56	46	LOS PEATONES SIGUEN UNA MARCHA UNIFORME. EL REBASE ES POSIBLE SOLO ZIGZAGUEANDO EXISTE UNA INTERACCION ENTRE PEATONES MUY ALTA
F	-0.56	46	LOS MOVIMIENTOS EN LA MARCHA SON MUY RESTRINGIDOS

CAPITULO I. ANTECEDENTES

ACCIDENTES DE TRANSITO

La necesidad de mejorar la red vial se manifiesta también por el gran número de accidentes de tránsito; los indicadores de siniestralidad entre 1986 y 1990 señalan un promedio anual para la zona de análisis de 180 siniestros por dicha causa, de ellos casi las 3/4 partes fueron vehiculares y la diferencia 1/4 parte peatonales.

Las causas fueron 68% colisión, 20% atropellamiento, 7% muertos y el menor porcentaje, otras causas. La población más afectada por grupos de edad en causa de atropellamiento corresponde al rango de 20 y 29 años con un 22%, le siguen la de 30 a 39 años con 15% y la de 10 a 19 años con el 13%, es decir, resulta afectada fundamentalmente la población económicamente activa.

Cabe mencionar que debido a que la zona de construcción de la Línea "B" Metropolitana, alojada en el camellón central, al confinarlo en su totalidad impedirá el cruce directo de la Av. Central y convertirá a esta arteria vial en un corredor de circulación continua, para tal efecto los movimientos se realizarán a través de puentes vehiculares y peatonales.

Mediante esta solución, los indicadores de siniestralidad en esta zona se verán significativamente disminuidos por lo que respecta a los accidentes vehiculares, mientras que los accidentes peatonales prácticamente serán nulos.

1.3 DEPENDENCIAS OFICIALES RESPONSABLES DE LA OBRA

GENERALIDADES

Dentro de las atribuciones encomendadas a los diversos organismos de la Administración Pública Federal, se encuentra la ejecución de obras de muy diversa índole, tales como la construcción de edificios, vías de comunicación, presas, canales, etc., cuya finalidad es la de satisfacer las necesidades de los habitantes del país o servir al uso de las mismas dependencias o entidades.

La importancia de las obras públicas radica ante todo en el gran volumen de obras que el Ejecutivo lleva a cabo y por los altos montos presupuestales que el Gobierno Federal destina para ésta función.

CAPITULO I. ANTECEDENTES

El Departamento del Distrito Federal ejecuta las obras que le han sido autorizadas para su ejercicio anual en coordinación con sus diferentes dependencias responsables de la planeación, ejecución, control, administración y supervisión de las obras específicamente autorizadas a cada una de ellas.

DEPARTAMENTO DE OBRAS PUBLICAS DEL ESTADO DE MEXICO

En general, puedo mencionar que las funciones principales del Departamento de Obras Públicas, en el Estado de México, son las siguientes:

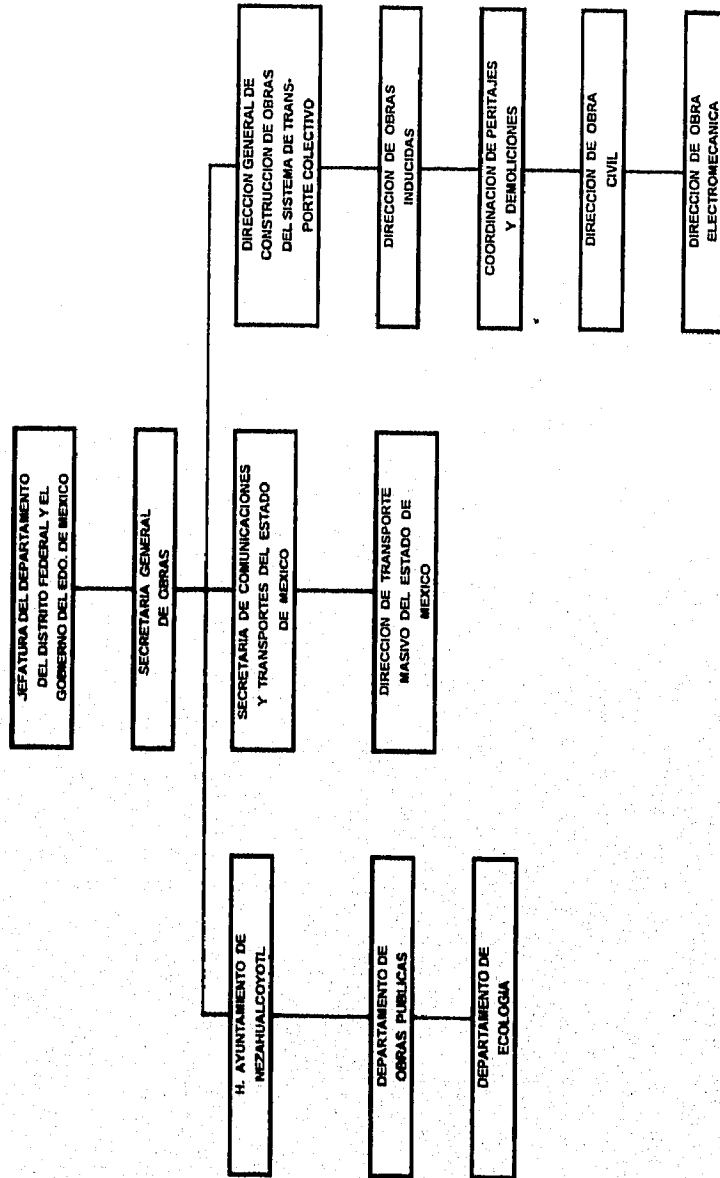
- Proyectar, construir y supervisar las obras que de conformidad con el programa anual queden a su cargo.
- Conservar y mantener las obras durante el período a su entrega a los organismos correspondientes.
- Emitir opinión sobre los programas de urbanismo y remodelación urbana.
- Elaborar estudios, proyectos, construir y supervisar nuevas obras viales y en su caso, modificar las existentes.
- Coordinar con las demás unidades administrativas del Estado de México la ejecución de los programas a su cargo.
- Informar a los municipios de las obras que conforme al programa anual correspondiente, se proyecte en sus jurisdicciones y en su caso, recibir y considerar las opiniones pertinentes.

Cabe mencionar que estas funciones también las lleva a cabo la Secretaría General de Obras a través de la Dirección General de Obras Públicas, en el Distrito Federal, que también interviene en la coordinación de actividades para la ejecución de la obra.

DEPENDENCIAS OFICIALES RESPONSABLES DE LA OBRA

En cumplimiento con la normatividad interior de la Jefatura del Departamento del Distrito Federal y la Secretaría General de Obras, así como del Departamento de Obras Públicas y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes estas dos últimas en el Estado de México, son las dependencias encargadas de coordinar todas las actividades referentes a la construcción del Puente Vehicular Continentes, en el municipio de Nezahualcóyotl.

ORGANISMOS PARTICIPANTES EN LA COORDINACION Y CONSTRUCCION DEL PUENTE VEHICULAR CONTINENTES



I.4 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

GENERALIDADES

Debido al acelerado crecimiento vehicular que se ha dado en la Ciudad de México y su área conurbada, los problemas de tránsito se han venido incrementando considerablemente en los últimos años, aunque las autoridades capitalinas promueven actualmente programas y obras para disminuir el uso del automóvil como lo son el programa "Hoy no circula", el cierre de calles y avenidas céntricas y la ampliación del Sistema de Transporte Colectivo Metro, entre otras, sin conseguir resultados alentadores para solucionar el problema.

La zona conurbada creció en ésta década principalmente hacia el norte, propiciado principalmente por el incremento industrial en Ecatepec, al oriente se extendió sobre el municipio de Nezahualcóyotl.

Procede señalar que la expansión que se viene haciendo en este municipio es a costa de terrenos de recarga acuífera no aptos para la urbanización, es decir, un consumo de terreno sin control. Precisamente para regular el crecimiento urbano, se contemplan ya en el Estado de México los programas de desarrollo urbano para canalizar el incremento demográfico hacia el norte del Estado fundamentalmente.

Se reconoce que las acciones contenidas en ellos realmente han logrado un avance en la ordenación del consumo y en el control de usos de suelo en Nezahualcóyotl.

Sin embargo, este avance es realmente poco en función a lo deseable, lo cual repercute en la zona en excesivos y largos viajes que tienen que efectuar los habitantes para desempeñar sus actividades, al mismo tiempo se agudiza la concentración de movimientos hacia el Distrito Federal.

I.4.1 SITUACION ACTUAL DE LA ZONA

Un sistema vial urbano es un conjunto de vías de distinto tipo y jerarquías, cuya función es permitir el tránsito de vehículos y peatones, así como la de comunicar diferentes zonas de actividades.

CAPITULO I. A N T E C E D E N T E S

Las vías primarias forman la base principal por la que se desplazan los volúmenes más importantes del tránsito urbano, como es el caso de la Av. Central.

Con respecto a ésta vía, tiene continuidad con otras vialidades en el Distrito Federal, siendo las siguientes: inicia al sur en el eje 1 norte (Oceanía), al cruzar Av. 462 continúa como eje 3 norte y como Av. Carlos Hank González a partir de la Av. 608 con 10 carriles de circulación, 5 en cada sentido, continúa hasta Boulevard de los Aztecas, por ella circula un volumen de 4 100 vehículos en la HMD por sentido aproximadamente.

Como se puede apreciar en su trayectoria tiene las suficientes inyecciones viales para que ésta se considere como una vialidad primaria, dado que inicia en Av. 412 y cruza Río de los Remedios.

Con respecto a la vialidad Blvd. de los Continentes, inicia en el eje 5 norte (Av. Taxímetros), actualmente no tiene continuidad al entroncar con Av. Central, ésta podría ligarse al lado poniente con la Av. Jorge Jiménez Cantú, continuar Av. de las Torres, Valle de Zambex, Tepatitlán, cruza Río de los Remedios y se incorpora a periférico hacia el poniente o por Gral. R. Vilchis, Ejército del Trabajo, continúa R1, cruza circunvalación sur hasta llegar nuevamente a la Av. Central.

Físicamente, al oriente de la Av. Central funciona con cuatro carriles, dos por cada sentido, hacia el lado poniente de la Av. Central funciona actualmente con cuatro carriles de circulación, dos por sentido, pero con suficiente sección para poder ampliarse a 3 carriles por sentido.

En la actualidad, la Av. Central presenta condiciones de deterioro en la carpeta asfáltica y fallas de su estructura, por lo que se hace necesaria su rehabilitación.

La operación actual nos muestra lo conflictivo que resulta dar la vuelta en "U" utilizando los retornos o continuar por las avenidas primarias que desembocan al corredor (Av. Central), ya que no existe el paso directo de ninguna sobre el tramo de estudio. Para realizar la intercomunicación entre zonas (ote-pte y pte-ote), hay que incorporarse a las laterales de tres carriles interfiriendo el flujo del tránsito, tomar la incorporación más próxima a los carriles centrales, interferir nuevamente el tránsito vehicular al tomar la vuelta izquierda en el retorno más próximo.

Lo anterior se traduce en graves conflictos de congestionamiento ocasionando accidentes frecuentes y pérdida de tiempo.

CAPITULO I. ANTECEDENTES

Actualmente se tienen en los carriles de la vialidad (Av. Central) del orden de 37 267 vehículos de norte-sur y 34 865 vehículos sur-norte al día y 4023 y 4142, respectivamente durante la hora pico matutina. La composición vehicular en ambos sentidos (norte-sur y sur-norte), contempla el 71% de vehículos tipo A (automóviles), 23% vehículos tipo B (transporte público) y 6% de vehículos tipo C (camiones de carga).

Los dos sentidos presentan problemas de congestonamiento, la velocidad promedio de recorrido actual es de 30 Km/hr para automóvil (A) y de 21 Km/hr para los camiones de carga (C) y autobuses (B).

Con respecto a la vialidad que nos interesa ligar a través del puente vehicular, Av. Blvd. de los Continentes (ote) y Av. Jorge Jiménez Cantú (pte) se tiene que los volúmenes asignados para utilizar el puente (1994) en la hora de máxima demanda es de 773 vehículos en sentido ote-pte y 815 vehículos en sentido pte-ote. La composición vehicular en el sentido ote-pte es de 91% vehículos tipo A, 6% vehículos tipo B y 3% vehículos tipo C, mientras que en el sentido pte-ote es de 90% tipo A, 6% tipo B y 4% tipo C.

El impacto que ocasionará en la operación de la zona la construcción de la Línea "B" Metropolitana, alojada en el camellón central, al confinarlo en su totalidad a lo largo del tramo en estudio esta nos permite plantear la comunicación directa entre zonas a través del Puente Vehicular Continentes, ubicado de tal manera que coadyuve a la movilidad regional, permitiendo así la mayor cobertura de la red vial y de transporte que actualmente se encuentra subutilizada. Este enlace vehicular y peatonal permitirá canalizar los movimientos direccionales, eliminando los actuales a través de la agujas de incorporación a los cuerpos centrales para realizar los retornos, que con el Metropolitano Línea "B" quedarán eliminados.

El planteamiento de enlace a través del puente vehicular, nos proporcionará el restaurar el nivel de servicio que requiere la vialidad en función a los volúmenes vehiculares que en ella se presentan.

1.4.2 CONVOCATORIA Y ADJUDICACION

La construcción del Puente Vehicular Continentes por ser una obra de carácter público se desarrollará dentro de un marco legal, esto conforme al artículo 134 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la cual nos menciona que:

CAPITULO I. A N T E C E D E N T E S

Los recursos económicos de que disponga el Gobierno Federal y el Gobierno del Distrito Federal, así como sus respectivas administraciones públicas paraestatales, se administrarán con eficiencia, eficacia y honradez para satisfacer los objetivos a los que estén destinados.

Las adquisiciones, arrendamientos y enajenaciones de todo tipo de bienes, prestación de servicios de cualquier naturaleza y la contratación de obras que realicen, se adjudicarán o llevarán a cabo a través de licitaciones públicas mediante convocatoria pública para que libremente se presenten proposiciones solventes en sobre cerrado, que será abierto públicamente, a fin de asegurar al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes.

Cuando las licitaciones a las que hace referencia el párrafo anterior no sean idóneas para asegurar dichas condiciones, las leyes establecerán las bases, procedimientos, reglas, requisitos y demás elementos para acreditar la economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad y honradez que asegure las mejores condiciones para el Estado.

El manejo de recursos económicos Federales se sujetarán a las bases de este artículo.

La aplicación del artículo 134 constitucional se lleva a cabo a través de la Ley de Obras Públicas y su Reglamento.

La Ley de Obras Públicas es de interés social y de orden público, y tiene por objeto regular el gasto y las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, ejecución, conservación, mantenimiento, demolición y control de las adquisiciones y arrendamientos de bienes muebles, la prestación de servicios de cualquier naturaleza, así como la obra pública y los servicios relacionados con la misma, que contraten:

- I. Las unidades administrativas de la Presidencia de la República
- II. Las Secretarías de Estado y Departamentos Administrativos
- III. Las Procuradurías General de la República y de Justicia del Distrito Federal
- IV. El Gobierno del Distrito Federal
- V. Los organismos descentralizados
- VI. Las empresas de participación estatal mayoritaria y los fideicomisos públicos que de conformidad con las disposiciones legales aplicables, sean considerados entidades paraestatales.

CAPITULO I. A N T E C E D E N T E S

El Reglamento de la Ley de Obras Públicas, norma, particulariza y derina las bases y lineamientos de la Ley de Obras Públicas.

Es importante explicar de manera general, las modalidades y características que tienen la ejecución de cualquier tipo de obra en el sector público.

Las dependencias o entidades de la Administración Pública Federal, podrán realizar obras públicas de la siguiente manera:

a) POR ADMINISTRACION DIRECTA

Esta modalidad se lleva a cabo cuando una dependencia o entidad ejecuta una obra siempre que posea la capacidad técnica y los elementos necesarios para tal efecto, consistentes en maquinaria y equipo de construcción, personal técnico, trabajadores y materiales que se requieran para el desarrollo de los trabajos respectivos.

B) POR CONTRATO

Esta forma de realización de obra pública, es la que se auxilia de terceras personas ajenas a la dependencia que ya sea por medio de recursos propios o proporcionados por las mismas dependencias o entidades, lleven a cabo el proceso de construcción.

Un contrato de obra pública puede ser adjudicado mediante:

- Convocatoria pública
- Convocatoria directa
- Adjudicación directa

CONVOCATORIA PUBLICA

Este procedimiento se inicia con la publicación de una convocatoria en la sección especializada del Diario Oficial de la Federación, así como en uno de los diarios de mayor circulación del país y simultáneamente cuando menos en uno de la entidad federativa donde se ejecutará la obra. En ella se invita a toda persona física o moral que tenga la capacidad técnica y financiera, a participar en el concurso. Dicha convocatoria deberá contener:

CAPITULO I. A N T E C E D E N T E S

- * Nombre de la dependencia o entidad convocante
- * Lugar y descripción general de la obra
- * Requisitos que deberán cumplir los interesados
- * Información sobre anticipos
- * Plazo para la inscripción
- * Lugar, fecha y hora de apertura de proposiciones
- * Especialidad que se requiere según el padrón de contratistas
- * Criterios conforme a los cuales se decidirá la adjudicación

CONVOCATORIA DIRECTA

Consiste en invitar a ciertas personas físicas o morales que cuenten con las capacidad técnica y financiera requerida por la obra a participar en el concurso(s).

El concurso por convocatoria directa puede llevarse a cabo cuando:

- ◆ El monto de la obra no justifica la celebración de un concurso por convocatoria pública por el costo que representa los límites para este tipo de adjudicación son establecidos en los presupuestos de egresos de la Federación y el Departamento del Distrito Federal.
- ◆ La dependencia o entidad, al rescindir un contrato adjudicado mediante convocatoria pública determine que no es factible la adjudicación a las empresas que ocuparon los siguientes lugares en el concurso original.

ADJUDICACION DIRECTA

Este tipo de adjudicación se hace directamente a la persona que cuente con la capacidad de respuesta inmediata para llevar a cabo una obra y que además posea los recursos técnicos y financieros requeridos por la obra.

CAPITULO I. A N T E C E D E N T E S

La adjudicación directa se presenta cuando:

- El monto de la obra se encuentra dentro de los autorizados a cada dependencia o entidad.
- Existen condiciones o circunstancias extraordinarias o imprescindibles.
- Casos fortuitos o de fuerza mayor amenacen el orden social, la economía, los servicios públicos, la seguridad o el ambiente de alguna zona o región del país.
- Se requiera de una tecnología avanzada para la ejecución de los trabajos
- Se trate de trabajos de conservación, mantenimiento , restauración, reparación y demolición en donde no es posible precisar su alcance, establecer el catálogo de conceptos y cantidades de obra, determinar las especificaciones correspondientes o elaborar el programa de ejecución.
- Se trate de trabajos cuya ejecución requiera fundamentalmente de mano de obra campesina o urbana marginada, que la dependencia o entidad deba contratar con los habitantes beneficiados de la localidad o el lugar donde se ejecutará la obra, ya sea que estos últimos estén constituidos en agrupaciones o individualmente.

PLIEGO DE REQUISITOS PARA CONCURSO DE OBRA PUBLICA

El concurso de obra pública es el acto de licitación pública que mediante convocatoria pública o directa, permite la libre presentación de proposiciones solventes en sobre cerrado por parte de las personas que desean participar en las obras, de las cuales se elijirá al postulante con las mejores condiciones en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes (ART. 30 L.O.P.).

El proceso que se sigue en la celebración de concursos es el siguiente:

Publicación de la convocatoria	ART. 30 L.O.P.
Inscripción de los participantes	ART. 32 L.O.P.
Visitas al lugar de la obra	ART. 30 R.L.O.P.
Acto de apertura de proposiciones	ART. 33 R.L.O.P.
Dictámen	ART. 34 R.L.O.P.
Fallo	ART. 35 R.L.O.P.
Contratación	ART. 38 L.O.P.

CAPITULO I. A N T E C E D E N T E S

Por lo descrito con anterioridad el Departamento del Distrito Federal a través de la Dirección General de Obras Públicas y en cumplimiento a las disposiciones de la Ley de Obras Públicas y a su reglamento, convocó a participar en el concurso que a continuación describo:

No. de concurso GOC-35-94, descripción: construcción del Puente Vehicular Continentes, con un desarrollo de 453 m (18 claros) formado por cuatro carriles con un ancho de calzada de 19.2 m a base de estructuras de concreto y prefabricados, ubicado en Av. Jorge Jiménez Cantú y Boulevard Bosques de los Continentes en la intersección con la Av. Central en Nezahualcoyotl, Edo. de México, incluyendo sus obras inducidas y complementarias, correspondiente al Metropolitano Línea "B" Buenavista-Ecatepec.

La fecha de iniciación de los trabajos será el día 21 de diciembre de 1994, mientras que la fecha de terminación será el 21 de noviembre de 1995.

Y con fundamento en el artículo 36 de la Ley de Obra Pública que menciona:

La dependencia o entidad convocante con base en el análisis comparativo de las proposiciones admitidas y en su propio presupuesto de la obra, emitirá un dictámen que servirá como fundamento del fallo.

En junta pública se dará a conocer el fallo mediante el cual se adjudicará el contrato a la persona que entre los proponentes:

- I. Reuna las condiciones legales, así como técnicas y económicas requeridas por la convocante.
- II. Garantice satisfactoriamente el cumplimiento del contrato y,
- III. Cuente con la experiencia requerida por la convocante para la ejecución de los trabajos.

En Naucalpan de Juárez, Estado de México, siendo la 16:30 horas del día 20 de diciembre de 1994, de acuerdo con la cita hecha y notificada por escrito a los interesados e invitados que participaron en el acto celebrado el día 19 de diciembre de 1994, según acta tercera de la licitación, para conocer el fallo del Departamento del Distrito Federal y el Gobierno del Estado de México, se reunieron en la sala de juntas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Estado de México, ubicada en Av. San Mateo No. 3, 5o. piso, Col. El Parque, las personas físicas y funcionarios cuyos nombres, representaciones y firmas figuran al final del acta. Al analizar las proposiciones recibidas no se tuvo en cuenta únicamente el monto total de cada una de ellas, sino todas las circunstancias que concurren a esta obra, formulándose el dictámen correspondiente.

CAPITULO I. A N T E C E D E N T E S

Atendiendo a lo anterior el C. Ing. Enrique Riva Palacio Galicia, Secretario de Comunicaciones y Transportes del Estado de México y el C. Ing. Servando Delgado Gamboa, vocal ejecutivo de la Dirección General de Construcción de Obras del Sistema de Transporte Colectivo (COVITUR) del Distrito Federal, hicieron saber a los presentes el resultado de la licitación y el fallo correspondiente.

No de concurso GOC-35-94, descripción: construcción del Puente Vehicular Continentes, con un desarrollo de 453 m (18 claros) formado por 4 carriles con un ancho de calzada de 19.20 m a base de estructuras de concreto y prefabricados, ubicado en Av. Jorge Jiménez Cantú y Boulevard de los Continentes en la intersección con la Av. Central en Nezahualcoyotl, Edo. de México, incluyendo sus obras inducidas y complementarias, correspondiente al Metropolitano Línea "B" Buenavista-Ecatepec. Adjudicación: Contratista Industria de Ingeniería, S.A. de C.V., por haberse considerado que su proposición con un monto de \$ 15 937 752.00 (quinze millones novecientos treinta y siete mil setecientos cincuenta y dos pesos 00/100 M.N.), es la solvente más baja que reúne las condiciones necesarias que mejor garantizan el cumplimiento y al ejecución satisfactoria de los trabajos.

Asimismo, fué necesario otorgar una prórroga en el contrato a la constructora, debido a que se vió modificado tanto su programa como el costo de la obra. Se hizo entrega de un amparo de contrato con No. 4-73-2-078/rev.1 con un período de ejecución al 28 de febrero de 1996, con un importe de \$ 3 970 940.00 (tres millones novecientos setenta mil novecientos cuarenta pesos 00/100 M.N.), más I.V.A. De tal manera que el monto total del contrato fué de \$ 19 908 692.00 (diecinueve millones novecientos ocho mil seiscientos noventa y dos pesos 00/100 M.N.) más I.V.A.

I.5 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

En este capítulo describo de manera general el proyecto del Puente Vehicular Continentes, del cual realizaré posteriormente una descripción particular, así como su respectivo proceso constructivo.

Para hacer la descripción general de proyecto lo dividiré en cuatro partes básicas que son:

CAPITULO I. A N T E C E D E N T E S

- Obras inducidas
- Proyecto arquitectónico
- Proyecto estructural
- Instalaciones

OBRAS INDUCIDAS

El proyecto de obras inducidas consiste en los desvíos provisionales, definitivos o sólo en la toma de medidas preventivas en las diversas interferencias (redes hidráulicas, telefónicas, eléctricas, etc.) obligadas por la construcción del puente vehicular, siendo las principales en éste proyecto las siguientes:

- ◆ Redes hidráulicas
- ◆ Otras instalaciones

REDES HIDRAULICAS

Respecto a las instalaciones hidráulicas será necesario hacer desvíos provisionales y definitivos, siendo los principales los que a continuación menciono:

- a) Desvíos locales de líneas primarias de agua potable de 20 y 24" de diámetro para liberar los cajones de cimentación (C-5, C-6, C-7, C-8 Y C-9) por encontrarse sobre el camellón oriente y el cajón C-4 en el poniente, respectivamente.
- b) Desvíos locales de líneas secundarias de agua potable de 4 y 6" de diámetro para liberar el cajón de cimentación C-4 y la tubería de agua potable de 24" de diámetro (sifón vertical) en el cruce con la Av. Central y la Av. Jorge Jiménez Cantú, ambas localizadas en el poniente, respectivamente.
- c) Desvíos de colectores de 30 y 45 cm de diámetro paralelos al eje del trazo del puente que se ven afectados con los cajones de cimentación y con la vialidad de la Av. Central.

CAPITULO I. A N T E C E D E N T E S

OTRAS INSTALACIONES

En cuanto a las instalaciones de la C.L.F.C. por encontrarse en la zona de obra del puente vehicular fué necesario reubicarlas, tal es el caso de las localizadas en el lado oriente sobre la Av. Central y el cruce con el Boulevard de los Continentes, debido a que se trata de un cableado aéreo de alta tensión se desvió en forma de "U" hacia ambos márgenes del puente sobre dicho Boulevard en solución aérea.

De igual manera se hizo un desvío de un cableado de alta tensión que cruzaba la Av. Central del lado sur y que alimentaba casas aledañas de la Av. J.J. Cantú del lado poniente del puente, fué necesario reubicar el cableado hacia el lado norte retomando el cableado del desvío del lado oriente en solución aérea cruzando la Av. Central.

Para realizar las actividades anteriores fué preciso coordinar con la Compañía de Luz, fecha de liberación de las interferencias, es decir, el corte de energía y retiro de cables para continuar el proceso constructivo y posteriormente reinstalar.

Cabe mencionar que los trabajos en cuanto al desvío de la línea de alta tensión fueron realizados por personal de la propia Compañía de Luz cubriendo los costos de mano de obra, material y equipo la D.G.C.O.S.T.C.

Por lo que respecta a las instalaciones de Teléfonos de México se detectaron ductos subterráneos de fibra óptica que cruzaban entre los cajones de cimentación C3-C4 sobre la Av. J.J.C. (pte) y C6-C7 sobre Boulevard de los Continentes (ote) sin interferir con las obras de cimentación del puente, por lo que no fué necesario realizar movimientos de éstas instalaciones, sólo se tomaron precauciones al hacer las excavaciones para evitar movimientos bruscos que pudieran dañar los ductos.

Otro tipo de instalaciones en las que se tomaron medidas preventivas para evitar dañarlas pero que no fué necesario hacer desvíos corresponden a Petróleos Mexicanos. Tal es el caso de un turbosinoducto de 8" de diámetro ubicado sobre la Av. J.J.C. al costado sur del puente sobre el cual no se permitió el tránsito de maquinaria pesada, así como el evitar realizar trabajos propios de la obra sobre la zona donde se encuentra el mencionado ducto.

Asimismo, debido a que el puente vehicular cruza las vías del ferrocarril, fué necesario negociar con las autoridades de Ferronales en el sentido de que dentro de sus normas se establece que debe haber 15 m de derecho de vía en ambos márgenes de ella, aspecto que no se cumplió al construir los cajones de cimentación C4 y C5, ya que debido a sus dimensiones no fué posible hacer cumplir dicha norma, por lo cual, se indemnizó a Ferrocarriles Nacionales para liberar el proceso, no representando riesgo alguno el no cumplir con ésta norma.

CAPITULO I. A N T E C E D E N T E S

PROYECTO ARQUITECTONICO

En este proyecto se integra la estructura del puente al contexto urbano y va dando acomodo a las diversas instalaciones como lo son las hidráulicas, de alumbrado público y de señalamiento.

Para las obras exteriores, ofrece amplias áreas de esparcimiento para los habitantes de la zona.

A continuación presentaré las características geométricas más representativas del puente vehicular:

Los accesos tienen una sección de arroyo de 9.60 m ampliándose en la zona central hasta 22.56 m mediante dos muros deflectores de 80 cm de ancho y 57 cm de altura. Asimismo, la altura libre del puente en el claro central es de 6.80 m, mientras que la altura libre bajo las vías del ferrocarril es de 7.50 m. La longitud total del puente es de 605 m, correspondiendo 452.845 m al tramo principal, 70 y 82.155 m a las rampas pte. y ote., respectivamente. Además se divide en 18 claros cuyas longitudes menciono a continuación: seis claros de 12 m, dos de 17 m, un claro de 17.5 m, cuatro claros de 35 m, un claro de 31.77 m, un claro de 28.25 m, un claro de 43 m, un claro de 25.32 m y un claro principal de 61 m.

El sentido del flujo vehicular será de pte a ote con un carril de circulación conservando esta condición en el sentido contrario, mientras que en su parte central se forma una bahía con cuatro carriles, dos por sentido, usándose los carriles laterales para abordar el transporte colectivo y no interferir el carril central provocando con ello conflictos vehiculares.

Para la circulación de los peatones se cuenta con una pasarela adosada al puente con sección de 2.40x3.14x2.26 m y longitud de 100.77 m que permitirán el acceso a la Estación Continentes del Metro, así como cruzar el claro sobre la Av. Central. Asimismo, en la parte superior del puente se cuenta con una zona de banquetas con 3.48 m de ancho para abordar el transporte público. En esta zona se cuenta con una protección (parapeto metálico) con tubo de acero de 4 y 6" de diámetro con 1.15 y 2.50 m de altura.

CAPITULO I. ANTECEDENTES

PROYECTO ESTRUCTURAL

Este proyecto para su mejor estudio lo dividiré en tres partes básicas, a saber:

- ◆ Cimentación
- ◆ Estructura colada en sitio
- ◆ Elementos presforzados

CIMENTACION

La cimentación fué resuelta a base de un cajón parcialmente compensado trabajando en conjunto con pilotes de fricción. Cuenta con nueve cajones de cimentación y dos muros estribo, todos piloteados.

Los pilotes empleados son de concreto armado divididos en dos secciones: una sección de 14.50 y otra de 15.0 m, las cuales se unen por medio de dos placas de acero de 46x46x1.91 y 50x50x1.91 cm, en los tramos de pilotes superior e inferior, respectivamente, dando una longitud total al pilote de 29.50 m y cuyas dimensiones en forma transversal son de 50x50 cm. Además son hincados en el terreno hasta una profundidad máxima de 31 m debido a que el último metro del pilote deberá descabezarse para unir su acero de refuerzo al armado del cajón. El número de pilotes empleados es de 278, repartidos entre los cajones y los dos estribos. A continuación presento las dimensiones de los cajones y el número de pilotes sobre los que se apoyan:

No. CAJON	DIMENSIONES (M)	No. PILOTES
C-1	4.5X6.0X2.55	12
C-2	9.0X15.657X2.55	20
C-3	9.0X15.657X2.55	22
C-4	9.0X19.957X2.55	22
C-5	14.4X37.114X2.55	60
C-6	14.4X34.470X2.55	68
C-7	9.0X15.657X2.55	24
C-8	9.0X15.0657X2.55	20
C-9	9.0X15.657X2.55	20

CAPITULO I. A N T E C E D E N T E S

Los elementos estructurales que conforman al cajón de cimentación son los siguientes: losa de fondo, contratrabes y dados de cimentación.

ESTRUCTURA COLADA EN SITIO

Son los trabajos a realizarse en la obra antes y después del montaje de las trabes presforzadas y que a continuación describo:

- * Muros de contención y estribo
- * Columnas
- * Capiteles
- * Diafragmas
- * Firme de compresión

Los muros de contención de las rampas se desplantan sobre zapatas corridas de sección variable y con una altura que va desde 0.40 a 4.30 m. Su función es propiamente contener los rellenos del terraplén y dar apoyo a las primeras trabes del puente (tipo TCA).

Los muros estribo tienen las mismas funciones que los muros de contención, además cuentan con una cimentación a base de zapatas corridas y están piloteados en sus ejes 1 y 19 con 4 y 6 pilotes respectivamente.

Las columnas son de dos tipos, circulares de 1 m de diámetro y oblongas de 1.0x1.80 m circular en sus extremos.

Las columnas circulares están armadas con varillas del No.12 (1 1/2") y estribos en forma helicoidal con paso de 7 cm. Las columnas oblongas están armadas con 48 varillas del No. 12 y están estribadas de manera convencional con 6 estribos por sección.

El número total de columnas es de 42, de la cuales 26 son circulares y las 16 restantes oblongas.

Los capiteles de la columnas contienen accesorios metálicos (placas) que sirven de conectores toda vez que se realiza el montaje de las trabes de apoyo, su función es propiamente recibir y distribuir las cargas de la superestructura a la cimentación.

CAPITULO I. ANTECEDENTES

Una vez colocadas las traves de apoyo, se arma un cabezal que unirá la sección de las traves que conforman la sección transversal del puente. El cabezal es un diafragma de concreto reforzado, armado con las traves, son de sección 0.70x0.60x1.15 m y 0.70x0.60x2.0 m.

Después de montadas en su totalidad las traves, se arma un firme de compresión de 10 cm de espesor. A lo largo del puente existen juntas de expansión que coinciden con la colocación de los apoyos móviles diseñados para estos casos.

ELEMENTOS PRESFORZADOS

En lo sucesivo llamaré traves a los elementos presforzados. Son cuatro tipos de traves las que fueron fabricadas: traves de apoyo (TA) que van colocadas sobre las columnas, traves centrales (TC) apoyadas entre claros de traves de apoyo, traves centrales de apoyo (TCA) apoyadas sobre el muro estribo y el claro entre traves de apoyo y, tabletas apoyadas entre traves de apoyo especiales para librar el paso del ferrocarril. A continuación presento una relación de la cantidad de traves de cada tipo, así como su peralte:

Total de traves con peralte de 1.40 m : 28
Total de traves con peralte de 2.30 m : 12
Total de traves con peralte de 0.60 m : 2
Total de traves tipo TCA : 2
Total de traves tipo TA : 20
Total de traves tipo TC : 18
Total de tabletas : 2
Longitud máxima 42.94 m para traves TC y 38.93 para traves TA
Longitud mínima 25.10 m para traves TC y 21.86 para traves TA
Longitud de traves TCA : 19.40 m
Longitud de tabletas : 10.33 m

CAPITULO I. ANTECEDENTES

Las traves TC, TCA y las tabletas descansan en las traves TA sobre apoyos deslizantes de neopreno, tipo zandwich (25x30x4.4 cm y 35x40x5.7 cm) que hacen la función de amortiguador entre elementos de concreto.

INSTALACIONES

Estas pueden ser de dos tipos: hidráulicas y eléctricas, las primeras comprenden básicamente la conducción pluvial en toda la zona del puente, mientras que las segundas comprenden las instalaciones referentes al alumbrado público sobre y bajo puente.

II.1 ESTUDIOS GEOTECNICOS

GENERALIDADES

La investigación del subsuelo es una actividad muy importante y básica para el conocimiento razonablemente exacto de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, con los cuales se podrá definir el futuro comportamiento de las estructuras de cualquier proyecto en la que se encuentre involucrada la Ingeniería Civil.

Para la investigación del subsuelo se pueden citar en este caso de manera general, los métodos directos y los indirectos. Los primeros son los que se utilizan normalmente para estudios de suelo en general y los segundos, han sido aplicados sobre todo en la resolución de problemas geológicos y mineros, éstos métodos son rápidos y permiten tratar grandes áreas, pero nunca nos proporcionan suficiente información para fundar criterios del proyecto, en lo que a mecánica de suelos se refiere.

En la exploración del subsuelo el muestreo es un factor muy importante, ya que por medio de él se conforman de alguna manera el perfil de los suelos que se quieren estudiar para posteriormente con los resultados de los análisis realizados en el laboratorio de mecánica de suelos y los estudios geotécnicos en el gabinete, definir las soluciones de la cimentación, construcción y definir su comportamiento.

TIPOS DE MUESTREO

MUESTREO ALTERADO

Las muestras alteradas son aquellas que se obtienen del subsuelo por cualquier método definido, los cuales no conservan el acomodo estructural de sus partículas, pero mantienen el contenido natural de agua y además no han sufrido cambio químico alguno. Estas muestras generalmente son utilizadas para realizar pruebas índice en el laboratorio y para poder clasificar el suelo, conformando así el perfil estratigráfico del sitio en estudio que permita interpretar preliminarmente el comportamiento mecánico y las características de los suelos en cuestión.

MUESTREO INALTERADO

Las muestras inalteradas son aquellas que al obtenerlas conservan el acomodo de sus partículas y se consideran las máximas precauciones para que éstas mantengan el mismo contenido natural de agua, para conseguirlo se utilizan materiales como parafina y brea. Estas muestras son obtenidas de pozos a cielo abierto o en el muestreo con tubos de pared delgada.

Es importante señalar que debido al cambio de esfuerzos que sufren las muestras al sacarlas de su confinamiento que tienen "in situ", presentan alteraciones menores como expansiones, oxidación, expansión de los gases disueltos en el agua intersticial, etc., razón por la cual estrictamente no se extraen totalmente inalteradas; pero si se encuentran en condiciones prácticamente naturales, y mediante ellas se pueden conocer parámetros esenciales que nos darán a conocer el comportamiento del suelo bajo ciertas condiciones de esfuerzo una vez que fueron analizadas en el laboratorio.

ESTRATIGRAFIA TIPICA DE LA ZONA

El área que ocupará el Puente Vehicular Continentes se puede catalogar como típica de la Ciudad de México y la zona del Lago de Texcoco.

Las características estratigráficas de la zona corresponden a depósitos lacustres con acuñamiento hacia el norte, estos materiales se componen por una capa superficial de consistencia firme constituida por arcillas y arcillas limosas endurecidas por secado, además de rellenos. Este paquete constituye la costra superficial, cuyo espesor varía en un amplio rango alcanzando un máximo de 5 m. Le subyace un estrato arcilloso de muy alta compresibilidad, que varía de normalmente consolidado a ligeramente preconsolidado hacia la parte inferior, se presentan algunos horizontes duros muy delgados constituidos por arenas, limos y arcillas, estos últimos endurecidos por secado solar. Este paquete constituye el equivalente a la Formación Arcillosa Superior de la Zona del Lago, mostrando un espesor entre 25 y 40 m.

Bajo este depósito se presenta un horizonte de materiales limo-arenosos de consistencia dura que puede correlacionarse con la primer capa dura, el espesor varía de 0.60 a menos de 2 m. A partir de esta capa se presentan depósitos de arcilla que exhiben preconsolidación importante, acompañados por horizontes arenosos o arcillosos endurecidos interestratificados. El espesor de este paquete varía de 15 m hasta prácticamente desaparecer hacia el norte (Cd. Azteca), donde

CAPITULO II. ESTUDIOS PRELIMINARES

los depósitos arcillosos se acuñan y aparecen diversos lentes arenosos que asemejan una zona típica de transición. Esta unidad estratigráfica se correlaciona con la Formación Arcillosa Inferior.

La secuencia estratigráfica descrita, descansa sobre depósitos aluviales en estado muy compacto, constituidos por limos y limos-arenosos, formando así el equivalente a los Depósitos Profundos. La profundidad a la que se presentan estos materiales disminuye hacia el norte.

La zona en su conjunto presenta un hundimiento generalizado debido principalmente al bombeo profundo, alcanzando velocidades de hundimiento regional del orden de 20 cm/año.

El nivel de aguas freáticas de la zona en estudio se encuentra a una profundidad de 1.15 m.

EXPLORACION Y MUESTREO

Para la realización de un puente vehicular es necesario tener un proyecto en el que se manifiesten todas sus características, sin embargo, para elaborar un proyecto que cumpla con éstas condiciones es necesaria la realización de un estudio de mecánica de suelos para diseñar la cimentación adecuada considerando el tipo de suelo, garantizando con esto el correcto funcionamiento y estabilidad de toda la estructura del puente.

Debido a la magnitud e importancia que tiene la construcción de ésta obra y en general de cualquier otra, es obvia la necesidad de contar con datos firmes, seguros y abundantes respecto con el suelo con el que se trate. El conjunto de estos datos deben dar al proyectista un conocimiento exacto de las propiedades físicas y mecánicas del suelo para que sean consideradas en sus análisis.

Los principales datos que se obtienen de estos estudios son la clasificación del suelo, la capacidad de carga y las deformaciones que se puedan presentar (expansión o consolidación), determinando con esto la zona estratificada en que se encuentra la obra, así como los posibles problemas que se puedan presentar durante la construcción del puente y que estos sean considerados tanto en el diseño estructural como en el proceso constructivo del mismo.

Para determinar las características estratigráficas y físicas del subsuelo en el sitio de interés, se efectuó un sondeo de cono eléctrico (SC-1) de 2 ton de capacidad a 55 m de profundidad, un sondeo de muestreo selectivo en el que se obtuvieron 7 muestras inalteradas mediante el hincado a presión del Tubo Shelby y 3 muestras representativas alteradas mediante la técnica de Penetración Estándar.

CAPITULO II. ESTUDIOS PRELIMINARES

El sondeo mediante el cono eléctrico consiste básicamente en un cono con una celda de carga instrumentada con deformómetros eléctricos con capacidad de 2 ton y resolución de ± 1 Kg. Durante su hincado la fuerza que se desarrolla en la punta cónica se transmite por medio de cables a la superficie donde una consola eléctrica la transforma en señal digital. El hincado se hace a presión a una velocidad constante del orden de 1 cm/seg, durante la penetración del cono se registra la resistencia de punta a cada 10 cm, lo que permite detectar con precisión los cambios estratigráficos del subsuelo.

Se obtuvieron muestras alteradas representativas del subsuelo mediante la prueba de Penetración Estándar (SPT). Dicha prueba permite estimar la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, mediante el número de golpes necesarios para hincar el penetrómetro estándar. En suelos puramente friccionantes la prueba permite conocer la compacidad de los mantos y en suelos plásticos permite adquirir una idea de la resistencia a la compresión simple. Aprovechando las muestras alteradas se determinan las propiedades índice, usualmente el contenido natural de agua y los límites de consistencia.

El equipo necesario para aplicar el procedimiento consta de un muestreador especial (penetrómetro estándar) de dimensiones establecidas. Es normal que el penetrómetro sea de media caña para facilitar la extracción de la muestra que haya penetrado en su interior. El penetrómetro se enrosca al extremo de la tubería de perforación y la prueba consiste en hacerlo penetrar a golpes dados por un martinete de 64 Kg que cae desde 75 cm de altura, contando el número de golpes necesarios para lograr una penetración de 30 cm. El martinete, hueco y guiado por la misma tubería de perforación es elevado por un cable que pasa por la polea del tripié y dejando caer desde la altura requerida contra un ensanchamiento de la misma tubería de perforación. En cada avance de 60 cm debe retirarse el penetrómetro, removiendo al suelo de su interior, el cual constituye la muestra.

Cabe mencionar que el fondo del pozo debe ser previamente limpiado de manera cuidadosa usando una broca tricónica. Una vez limpio el pozo, el muestreador se hace descender hasta tocar el fondo y en seguida, a golpes se hace que el penetrómetro entre 15 cm dentro del suelo. Desde este momento deben contarse los golpes necesarios para lograr la penetración de los siguientes 30 cm. A continuación se hace penetrar el muestreador en toda su longitud.

La utilidad e importancia de esta muestra radica en las correlaciones realizadas en el campo y en el laboratorio en diversos suelos que permiten relacionar aproximadamente la compacidad y el ángulo de fricción interna, en arenas y el valor de la resistencia a la compresión simple, en arcillas, con el número de golpes necesarios en ese suelo para que el penetrómetro estándar logre entrar los 30 cm especificados.

CAPITULO II. ESTUDIOS PRELIMINARES

El muestreo inalterado se efectuó con tubos de acero de pared delgada de 10 cm de diámetro y 1 m de longitud, con el extremo inferior afilado y unido por el superior a un cabezal con una válvula que permite el alivio de presión durante el hincado y se cierra durante su extracción.

El procedimiento de hincado de este muestreador, suele llamarse prueba de penetración estática, la cual consiste en hacer penetrar el tubo shelby a una profundidad de 80 cm ejerciendo presión con velocidad constante entre 15 y 30 cm/seg, dejando una longitud de 20 cm donde se alojen los azolves que pudieran haber quedado dentro del tubo en el fondo de la perforación. Después del hincado se deja el muestreador en reposo durante 20 a 30 minutos para que la muestra se expanda en el interior y aumente su adherencia contra las paredes del tubo, en seguida se extrae el tubo shelby, se limpian sus extremos quitando los azolves, se cubre con brea el tubo en ambos extremos para evitar la pérdida de humedad y por último se identifica el tubo.

SONDEOS DE AVANCE

Un sondeo de avance es una perforación que se realiza con barrena rotatoria, la cual puede usarse en roca, arcilla y aun en arenas. Es el método más eficiente para penetrar materiales muy resistentes.

Para el sondeo de avance en estudio se utilizó una broca tricónica dentada que remueve el material en el fondo del sondeo hasta reducirlo a pequeñas partículas, las cuales salen a la superficie empleando líquido para perforación, que consiste en una papilla de arcilla y agua a la que se añade frecuentemente bentonita. Esta papilla se conoce con el nombre de lodo de perforación, recubre y soporta las paredes del barreno y tapa los estratos permeables.

PRUEBAS DE LABORATORIO

En las muestras representativas alteradas obtenidas mediante la prueba de penetración estándar, se realizaron las siguientes pruebas de laboratorio:

CAPITULO II. ESTUDIOS PRELIMINARES

- Clasificación visual y al tacto en húmedo y en seco
- Contenido natural de agua
- Límites de consistencia
- Análisis granulométrico por mallas
- Densidad de sólidos

En las muestras inalteradas además de las anteriores pruebas se realizaron las siguientes:

- ♦ Compresión triaxial no consolidada - no drenada (UU)
- ♦ Peso volumétrico natural
- ♦ Consolidación unidimensional

Las pruebas de laboratorio fueron ejecutadas de acuerdo a las especificaciones del manual de pruebas de laboratorio de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

De los datos obtenidos de las pruebas de laboratorio se determinó que el lugar en que se encuentra la obra corresponde a la Zona de Lago Virgen, cuyos suelos prácticamente han mantenido sus propiedades mecánicas desde su formación; sin embargo, el reciente desarrollo de esta zona está incrementando las sobrecargas en la superficie y el bombeo profundo, asimismo, se presentan asentamientos regionales y baja capacidad de carga en sus suelos.

Para elegir la cimentación de cada uno de los apoyos del puente, se tomaron en cuenta que bajo él se tenía que cruzar la Estación Continentes del Metro, con un claro de 61 m, las características estratigráficas del sitio y las cargas transmitidas por las columnas a la cimentación, por lo que una vez evaluadas se optó por una cimentación mixta profunda a base de cajones de cimentación trabajando con pilotes de fricción, los cuales tendrán una capacidad de carga individual de 87 ton.

Adicionalmente, las razones técnicas por las que se tomó la decisión de utilizar este tipo de cimentación las menciono a continuación:

- A) Los asentamientos que se presentarán a largo plazo son reducidos, tal y como se muestra en la tabla anexa. Las Normas Técnicas Complementarias para el diseño y construcción de cimentaciones señala que los cajones de cimentación aislados pueden tener asentamientos máximos de 30 cm y distorsiones angulares entre columnas no mayores de 0.004.

CAPITULO II. ESTUDIOS PRELIMINARES

B) El hincado de pilotes, la construcción y estructuración de cada uno de los cajones lleva menos tiempo de construcción que alguna otra alternativa y este aspecto hay que tomarlo en cuenta en zonas urbanas, en las que hay que causar la menor molestia posible a los ciudadanos. Además, al hincar primero los pilotes se reducen las expansiones durante la excavación del cajón.

C) En general, el comportamiento de cimentaciones sobre pilotes de fricción construidas en la Ciudad de México ha sido satisfactorio en condición estática; sin embargo, durante los sismos de 1985 ocurrieron fallas en algunas de ellas tales como hundimiento súbito de la cimentación, inclinación permanente de la estructura y el volcamiento de ésta.

Tomando en cuenta estas experiencias se tuvo especial cuidado para que cada uno de los cajones no rebasara la capacidad de carga y que todos los pilotes tomaran los incrementos de carga sísmicos, para lo cual se distribuyeron adecuadamente dentro del cajón de cimentación.

PUENTE VEHICULAR CONTINENTES

DEFORMACION (cm)	ESTRIBO 1	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	ESTRIBO 2
CONSTRUCCION	3	5	5	5	7	8	9	6	5	5	3
SERVICIO	7 A 10	9 A 15	11 A 16	10 A 17	8 A 10	20 A 28	23 A 33	9 A 16	9 A 16	9 A 17	7 A 10
DISTORSION ANGULAR	0.002	0.0005	0.000	0.001	0.004	0.0007	0.004	0.000	0.0002	0.0002	0.002

II.2 ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

Para contar con bases sobre las cuales se puedan desarrollar los proyectos ejecutivos de construcción, es necesario realizar estudios preliminares que queden contenidos en los proyectos, siendo el resultado de un análisis y ordenamiento de las necesidades y diferentes alternativas de solución al problema planteado.

Para llevar a cabo estos estudios es necesario realizar levantamientos topográficos (planimetría y altimetría), los cuales tienen por objeto tomar datos de campo suficientes para la elaboración de planos topográficos en que figure el relieve (elevaciones y desigualdades del terreno) y la situación de objetos naturales o artificiales como lo son las áreas verdes e instalaciones municipales, respectivamente.

Como complemento a los estudios topográficos, se realizaron otros representativos de la zona con el fin de apreciar el crecimiento urbano, nuevas vialidades y su importancia, para así definir la ruta de trazo y con base en tal estudio conocer las zonas críticas y de afectaciones. Estas zonas pueden ser líneas aéreas y subterráneas de Luz y Fuerza, líneas de Telmex, así como redes hidráulicas.

Estos estudios servirán de apoyo para cuando se realice la construcción del puente vehicular con el fin de obtener los niveles adecuados o modificarlos según sea necesario. También se deben considerar los cruces con las vías del ferrocarril, con la Estación Continentes y las soluciones viales.

II.3 INSTALACIONES MUNICIPALES

A lo largo del trazo del puente vehicular se encontraron interferencias con las redes hidráulicas (de agua potable y alcantarillado) y otras instalaciones municipales existentes en la zona.

La construcción del puente induce directa o indirectamente la modificación de éstas instalaciones en su zona de influencia.

CAPITULO II. ESTUDIOS PRELIMINARES

Por lo que respecta a las instalaciones hidráulicas se requirió el desvío de líneas primarias de agua potable de 20 y 24" de diámetro, además de líneas secundarias de agua potable de 4 y 6" de diámetro que interfieren con la construcción de los cajones de cimentación a lo largo del eje del puente.

Asimismo, se realizará el desvío de colectores de 30 y 45 cm de diámetro paralelos al eje de trazo del puente que se ven afectados por los cajones de cimentación y con la vialidad sobre la Av. Central.

Otro tipo de instalaciones que se encuentran en el área de influencia del puente son ductos de Teléfonos de México (de fibra óptica), cableados aéreos de alta y baja tensión de la C.L.F.C., vías del ferrocarril y ductos de Pemex.

En relación a lo anterior, fué necesario el desvío de un cableado aéreo de alta tensión y sólo se tomaron medidas preventivas en instalaciones de Teléfonos de México, Ferrocarriles Nacionales y Petróleos Mexicanos ya que no se requirió de reubicarlas.

II.4 AFECTACIONES

Uno de los variados problemas que genera la ruta del trazo del puente vehicular son las afectaciones, estas son de dos tipos:

- a) Afectación parcial
- b) Afectación total

AFECTACION PARCIAL

Por sus características se puede afirmar que es un tipo de afectación que tiene dos alternativas: En la primera de ellas, el propietario no pierde necesariamente el área afectada, tratése de comercios, viviendas, industrias, etc. Dicha afectación se manifiesta sólo durante el tiempo en que se realiza la obra.

En la segunda alternativa, el área afectada se puede reutilizar pero ya no por el propietario, sino ahora por el Sistema de Transporte Colectivo para la construcción de jardineras, plazas, vialidades, etc.

CAPITULO II. ESTUDIOS PRELIMINARES

AFECTACION TOTAL

Este tipo de afectación es necesario llevarlo a cabo cuando se requieren áreas para instalaciones del metro, tales como estaciones, subestaciones eléctricas, terminales, talleres y depósitos, así como determinar los derechos de vías de las líneas.

Cabe aclarar que al realizar una afectación, se establece un convenio con los propietarios, efectuando el pago correspondiente de acuerdo al valor del inmueble.

El total de afectaciones de ambos tipos a lo largo de toda la línea fué de 95, de éstos 27 fueron afectaciones totales, 37 afectaciones parciales y 31 son predios baldíos en los que sólo se efectuará confinamiento.

Es necesario aclarar que para la construcción del mencionado puente vehicular no se requirió de alguna afectación; sin embargo, consideré conveniente mencionar este tema ya que es indispensable llevarlo a cabo de ser necesario.

II.5 DESVIOS VEHICULARES

Un desvío de tránsito es el cambio temporal de una ruta establecida que se debe sustituir por otra(s) vías alternas a ésta, en este caso es provocado por la construcción del Puente Vehicular Continentes y afecta a la continuidad del tránsito vehicular, así como el peatonal en esta zona urbana.

Estos desvíos de tránsito obligan a la realización de planteamientos basados en aforos vehiculares, programas de construcción, manuales y reglamentos que ordenen las condiciones de operación del tránsito en las zonas de obra.

Los desvíos vehiculares pueden clasificarse de acuerdo a sus características en:

- a) Desvío local
- b) Desvío zonal
- c) Desvío regional

CAPITULO II. ESTUDIOS PRELIMINARES

DESVIO LOCAL. Afecta en forma mínima la circulación vehicular, además permite en forma limitada el uso de las calles a los vecinos del lugar. Las rutas propuestas para el desvío no estarán alejadas de la ruta original más de 500 m.

DESVIO ZONAL. Cierre parcial de una intersección formada por arterias principales. Las rutas propuestas para el desvío estarán alejadas de la ruta original una distancia comprendida entre 500 y 1 000 m.

DESVIO REGIONAL. Desvío a calles colectoras, arterias, arterias principales distantes más de 1 500 m.

Cuando sea necesario hacer desvíos zonal y regional, deberá notificarse mediante boletines de prensa, por radio y televisión a las comunidades afectadas, garantizando su amplia difusión y conocimiento. De esta manera, los usuarios podrán seleccionar el recorrido alterno más conveniente de acuerdo a sus necesidades.

Por lo que respecta a la zona en estudio, se realizaron desvíos de manera local y zonal que se fueron conjugando con el proceso constructivo del puente vehicular y con sus obras hidráulicas, entre las que destaca el desvío de la tubería de agua potable de 20" de diámetro ubicada en el camellón de Boulevard de los Continentes cruzando la Av. Central, así como la Estación Continentes del Metro.

Para lograr que los desvíos no causen mayores problemas tanto a automovilistas como a peatones, se implementaron dispositivos de control de tránsito compuestos principalmente por señalamiento horizontal y vertical (boyas con varilla, barreras de protección, etc.), así como la correcta canalización de los peatones. La protección de los peatones es tan importante como la de la obra y la de los trabajadores, por lo que también se habilitaron pasos lo mejor acondicionados para este sector, entre estos trabajos destacan dos puentes peatonales provisionales localizados al sur y norte de la Av. Central con el cruce de Blvd. de los Continentes y Av. Bosques de Senegal, respectivamente, para aliviar el cruce de peatones sobre ésta arteria.

Especialmente sobre la Av. Central se llevaron a cabo desvíos locales en los que se cerró la circulación de un carril tanto de alta como de baja velocidad en ambos sentidos, debidamente señalados y protegidos, principalmente porque interferían con los trabajos para los cajones de cimentación C5 y C6, en el poniente y oriente, referidos a esta avenida.

CAPITULO II. ESTUDIOS PRELIMINARES

Asimismo, se aprovecharon estos desvíos para la reubicación de colectores y pozos de visita, localizados sobre la Av. Central en los carriles laterales, así como en los cruces con las avenidas Blvd. de los Continentes (ote) y Jorge Jiménez Cantú (pte).

Como la zona aledaña a ésta avenida es una región comercial y habitacional, se habilitaron pasos peatonales, complementados con elementos de seguridad vial que en coordinación con obra civil daban cumplimiento al programa de procedimiento constructivo de manera segura y eficaz.

Los confinamientos realizados sobre la Av. Central se llevaron a cabo en turno nocturno (23:00 PM a 5:00 AM) para evitar congestionamientos viales durante el día, aunque algunos se realizaron en turno diurno sin causar graves problemas a este respecto.

Por lo que se refiere a los desvíos zonales, se realizaron debido a los trabajos de montajes de trabes prefabricadas que libran el claro sobre la Av. Central que corresponde a los apoyos 8, 9, 10, 11, 12 y 13 (cajones de cimentación: C4, C5, C6 y C7). Dichos montajes se realizaron en turno nocturno (23:00 PM a 5:00 AM) debido a las maniobras requeridas de la maquinaria utilizada para este fin. El desvío para vehículos provenientes del norte consistió en el traslado del flujo vial hacia el lado pte de la Av. Central sobre la Col. Vergel de Guadalupe y una parte de la Col. Villa de Aragón para incorporarse nuevamente a los carriles laterales de esta avenida, mientras que el desvío de vehículos provenientes del sur consistió en el desplazamiento del flujo vial hacia la Av. Blvd. de los Continentes hasta el retorno ubicado a la altura de la calle Bosques de Tailandia dirigiéndose hacia la Av. Bosques de Egipto y retomando Bosques de Senegal o Bosques de Africa para incorporarse a la Av. Central.

Asimismo, para los trabajos del desvío de la tubería primaria de agua potable de 20" de diámetro por cruzar la Av. Central e interferir con los cajones de cimentación del lado oriente, se requirió de hacer un desvío vehicular con las características citadas con anterioridad, teniendo cuidado de colocar placas de acero sobre las zanjas que se abrieron para los trabajos de remoción y colocación de la tubería para evitar accidentes tanto a los automovilistas como a los peatones y a los propios trabajadores.

Cabe mencionar que estos desvíos fueron exclusivamente nocturnos en el horario mencionado, ya que es durante esta hora en la que se presenta el menor número de vehículos transitando por la arteria, además, resulta imposible cerrar la vialidad debido a el elevado flujo vehicular que por ella circula.

Ocasionalmente y sólo por algunas horas diurnas fué preciso realizar desvíos vehiculares obstruyendo carriles en ambos sentidos sin llegar a cerrar la vialidad, debido a trabajos bajo el puente en su zona central, así como en el área de pasarelas.

PUENTE VEHICULAR CONTINENTES

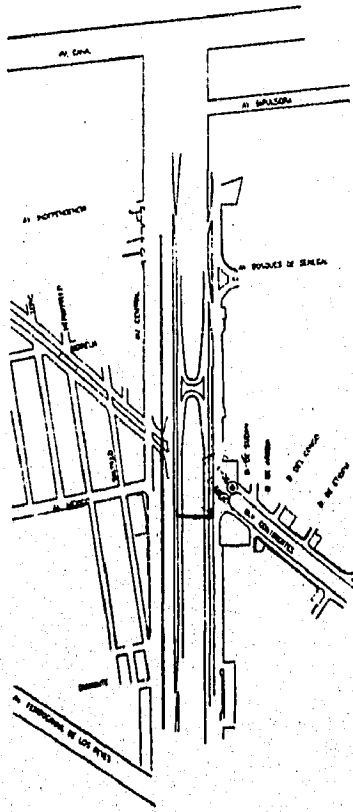
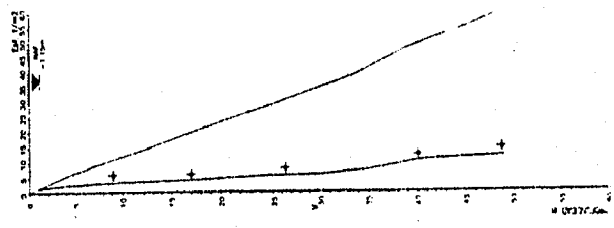
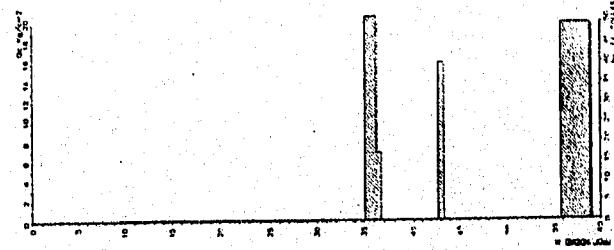


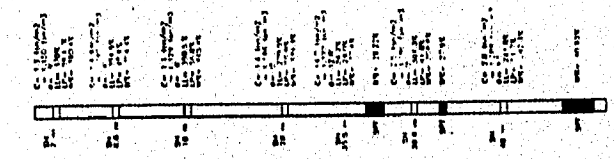
DIAGRAMA DE ESFUERZOS



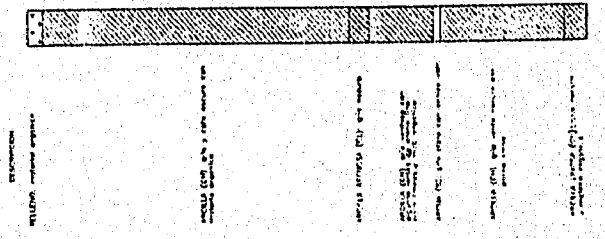
LOCALIZACION SONDEO DE COMPO SC-1



SONDEO SELECTIVO SS-1



ESTRATIFICACION



LEYENDA

- CONCRETO
- ASPHALTO
- TIERRA
- ACERQUE
- SONDEO SELECTIVO
- SONDEO DE COMPO
- CARGA DE EMPUJAMIENTO

Ciudad de México D.F.

SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS URBANOS

SECRETARÍA DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

SECRETARÍA DE ENERGÍA

SECRETARÍA DE SALUD

SECRETARÍA DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE TURISMO

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESQUERÍA

SECRETARÍA DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES

SECRETARÍA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

SECRETARÍA DE JUSTICIA

SECRETARÍA DE LA ECONOMÍA

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y ECONOMÍA

SECRETARÍA DE POLÍTICA Y ADMINISTRACIÓN

SECRETARÍA DE RECURSOS HUMANOS

SECRETARÍA DE TRABAJO

SECRETARÍA DE VIVIENDA Y OBRAS PÚBLICAS

SECRETARÍA DE DEFENSA NACIONAL

SECRETARÍA DE CULTURA

SECRETARÍA DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ENERGÍA

SECRETARÍA DE SALUD

SECRETARÍA DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE TURISMO

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESQUERÍA

SECRETARÍA DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES

SECRETARÍA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

SECRETARÍA DE JUSTICIA

SECRETARÍA DE LA ECONOMÍA

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y ECONOMÍA

SECRETARÍA DE POLÍTICA Y ADMINISTRACIÓN

SECRETARÍA DE RECURSOS HUMANOS

SECRETARÍA DE TRABAJO

SECRETARÍA DE VIVIENDA Y OBRAS PÚBLICAS

SECRETARÍA DE DEFENSA NACIONAL

SECRETARÍA DE CULTURA

III.1 ELEMENTOS DE APOYO PARA EL PROYECTO GEOMETRICO

RESTRICCIONES Y REQUERIMIENTOS

Para la elaboración de proyectos de obras viales como puentes de enlace, distribuidores de canalización, vías rápidas, avenidas, etc. se requerirá de seguir una metodología específica, así como de insumos previos tales como levantamientos topográficos.

Sobre estos últimos se desarrollarán las diferentes alternativas de anteproyecto, ya sea para una obra nueva o bien para la modificación de la misma, hasta definir en ellos el eje de trazo que se considere cumpla con los requerimientos establecidos, definido a través de una evaluación razonablemente exacta de la geometría de cada una de las propuestas o alternativas de solución.

Cada una de estas propuestas debe considerar las siguientes características de proyecto y operacionales:

- Diseñar la mejor visibilidad en curvas horizontales y verticales.
- Considerar los radios de curvatura recomendados por las normas de proyecto de obras viales del Departamento del Distrito Federal, con el fin de contar con la mayor seguridad vehicular.

CARACTERISTICAS OPERACIONALES

El proyecto geométrico deberá ser capaz de alojar la demanda del tránsito en cada uno de los horizontes de proyecto analizados, logrando funcionalidad, seguridad y consistencia de operación.

Las rampas se proyectaron para velocidades de operación de 60 kph que garantizan una distancia de visibilidad de parada de 90 m en las curvas verticales.

Los radios de curvatura en el eje principal permiten velocidad de proyecto de 60 kph, mientras que en las calles laterales se proyectó con radios de curvatura mínimos recomendados por las normas de proyecto.

INGENIERIA DE TRANSITO (SITUACION ACTUAL)

Con la finalidad de tener los elementos necesarios para determinar las condiciones de operación actuales de la intersección, se realizó el aforo peatonal y vehicular, diferenciando los tipos de vehículos que por él transitan. Se hicieron además, inventarios en la vía pública de señalamiento, semáforos y estacionamientos con un levantamiento de secciones.

Una vez recopilada la información anterior se calcula la hora de máxima demanda y se realizan los análisis de capacidad para determinar el nivel de servicio de cada acceso y de la zona en general.

De acuerdo a los datos recopilados se encontró que la hora de máxima demanda es de 7:30 a 8:30 hrs.

DATOS A CONSIDERAR PARA EL PROYECTO

En función de los datos obtenidos en la memoria de justificación se determinó que la sección mínima recomendable será de un carril por sentido con un mínimo de 3.50 m . Dentro de la operación de la trama vial de la zona en estudio que antes de llegar a la capacidad del puente se plantea como alternativa operacional éste funcione de par vial con el puente inmediato al norte, es decir, Impulsora.

Se recomienda de acuerdo a la normatividad dentro de una red vial urbana se consideren los siguientes valores:

- a) Velocidad de proyecto 60 kph
- b) Pendiente máxima 6%
- c) Grado de curvatura 9°

III.2 ANTEPROYECTO

GENERALIDADES

Es el resultado del conjunto de estudios y levantamientos de topografía que se llevaron a cabo previamente.

A continuación describo de manera sinóptica las características principales de cada uno de los procesos a considerar dentro de las variables de solución:

Obtenidos los planos topográficos con curvas de nivel, se inicia el planteamiento para situar el eje de trazo del nuevo proyecto en los diferentes planos que muestran cada una de las alternativas de solución, además de considerar el tipo y volumen de tránsito a canalizar, así como la velocidad de proyecto.

En ocasiones existen factores que pueden llegar a forzar el trazo de una línea o eje, entre ellos se encuentran:

- División de propiedades o afectación
- Requerimiento de derecho de vía
- La naturaleza geológica del terreno
- El efecto de la nueva vía proyectada sobre instalaciones o vías ya existentes
- La proximidad con intersecciones secundarias al inicio o terminación de la obra puntual.

Estos factores y otros semejantes que pudieran considerarse por incidir en el planteamiento, permitirá establecer el cálculo de los alineamientos horizontal y vertical de acuerdo a las normas siguientes, mismas que son de suma importancia para conseguir una operación cómoda y segura.

N O R M A T I V I D A D

III.2.1 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Se considera alineamiento horizontal a la proyección sobre un plano horizontal del eje de trazo de una vía, el cual está compuesto por elementos como las tangentes, curvas circulares y las curvas de transición. A continuación, describo de manera superficial las características de cada uno de los elementos que integran el alineamiento horizontal.

T A N G E N T E

Es la proyección sobre el plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Algunas de sus características son las siguientes:

1. Al punto de intersección de dos tangentes se le denomina punto de inflexión (PI).
2. Las tangentes van unidas por curvas
3. Su longitud es la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. La longitud máxima de una tangente está condicionada por la seguridad.
 - a) La tangente larga es causa potencial de accidentes, por tal razón, es conveniente se limite su longitud, esto se refiere a caminos carreteros y no precisamente a zonas urbanas.
4. La longitud mínima de una tangente entre dos curvas consecutivas se definirá mediante la longitud necesaria para dar la sobre elevación y ampliación o sobre ancho de la curva, el valor mínimo aceptado a través de la práctica es de 13 metros.

CAPITULO III. PROYECTO GEOMETRICO

CURVAS CIRCULARES

Son arcos de circunferencia que forman la proyección horizontal de las curvas utilizadas para ligar dos tangentes, las cuales pueden dividirse en **simples** o **compuestas**, en función de un sólo arco de círculo o de dos o más de diferente radio.

1. CURVAS CIRCULARES SIMPLES

Son aquellas que unen a dos tangentes entre sí a través de una sola curva circular en el sentido del cadenamiento del eje de trazo, este tipo de curvas pueden ser hacia la izquierda o derecha (ver figura III.1).

2. CURVAS CIRCULARES COMPUESTAS

Se refiere a las formadas por dos o más curvas circulares simples del mismo o diferente sentido y cualquier radio; pero siempre con un punto de tangencia entre dos consecutivas. Cuando son del mismo sentido se denominan **compuestas directas** y **compuestas inversas** cuando éstas son de sentido contrario.

3. CURVAS DE TRANSICION (CLOTOIDE O ESPIRAL)

La que liga una tangente con una curva circular que tiene como característica principal que en su longitud se efectúa de manera continua el cambio de valor del radio de curvatura.

CARACTERISTICAS GENERALES PARA EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Se contemplarán ciertas normas genéricas acordes a la práctica donde intervienen los diferentes elementos para el cálculo y diseño del alineamiento horizontal, las cuales nos permitirán obtener una operación vehicular más eficiente, tales como:

- a) La seguridad en la operación del tránsito
- b) Consideración de los radios de curvatura y velocidad de proyecto
- c) El alineamiento deberá conservar la mayor uniformidad posible

**PROCEDIMIENTO DE CALCULO PARA EL
ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

Grado de curva. Es el ángulo sostenido por un arco de 20.0 m y se representa con la letra "Gc".

$$Gc = \frac{1145.92}{Rc} \dots\dots\dots (1)$$

Angulo de la curva. Es el radio de la curva circular y se simboliza como "Rc". De la expresión (1) se tiene:

$$Rc = \frac{1145.92}{Gc} \dots\dots\dots (2)$$

Angulo central. Es el ángulo subtendido por la curva circular y se simboliza como "Δc". En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes.

Longitud de la curva. Es la longitud del arco entre el Pc y el Pt, se representa como "Lc". Teniendo en cuenta la expresión (2) se tendrá:

$$Lc = 20 \frac{\Delta c}{Gc} \dots\dots\dots (3)$$

Subtangente. Es la distancia entre el PI y el PC o PT medido sobre la prolongación de las tangentes, se representa como "ST".

$$ST = Rc \tan \frac{\Delta c}{2} \dots\dots\dots (4)$$

Externa. Es la distancia mínima entre el PI y la curva, se representa con la letra "E".

$$E = Rc \left(\sec \frac{\Delta c}{2} - 1 \right) \dots\dots\dots (5)$$

CAPITULO III. PROYECTO GEOMETRICO

Ordenada media. Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva y se simboliza con la letra "M".

$$M = R_c \left(1 - \cos \frac{\Delta_c}{2} \right) \dots\dots\dots (6)$$

Deflexión a un punto de la curva. Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en P_c y la tangente en el punto considerado. Se le representa como:

$$\theta = \frac{G \cdot c_l}{20} \dots\dots\dots (7)$$

Cuerda. Es la recta comprendida entre dos puntos de la curva y se le denomina C. Si estos puntos son P_c y P_t a la curva resultante se le denomina cuerda larga.

$$C = 2 R_c \sin \frac{\theta}{2} \dots\dots\dots (8)$$

para la cuerda larga:

$$CL = R_c \sin C \dots\dots\dots (8')$$

Angulo de la cuerda. Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente y de la cuerda considerada. Se representa como:

$$\phi = \frac{\theta}{2}$$

y teniendo en cuenta la expresión (7) se tiene:

$$\phi = \frac{G \cdot c_l}{40} \dots\dots\dots (9)$$

CAPITULO III. PROYECTO GEOMETRICO

Por lo tanto, las fórmulas más usuales en el proyecto geométrico de la vialidad urbana se resumen a continuación:

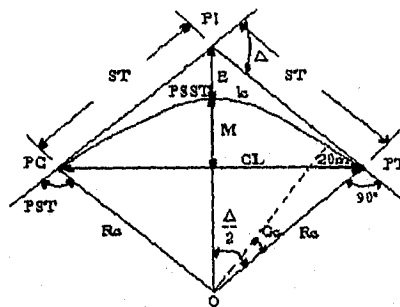
CURVA CIRCULAR SIMPLE

Angulo central	$\Delta c = \Delta$
Subtangente	$ST = Rc \tan \frac{\Delta c}{2}$
Radio de la curvatura	$Rc = \frac{1145.92}{Gc}$
Longitud de la curva	$Lc = \frac{\pi \Delta c Rc}{180}$
Cuerda larga	$CL = 2 Rc \sin \frac{\Delta}{2}$
Grado de curvatura	$Gc = \frac{1145.92}{Rc}$
Externa	$E = Rc \sec \frac{\Delta}{2} - Rc$
Ordenada media	$M = Rc - Rc \cos \frac{\Delta c}{2}$

NOTA: Ver figura III.1

CAPITULO III. PROYECTO GEOMETRICO

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE



- PI = Punto de intersección de la prolongación de la tangente
- PC = Punto en donde comienza la curva circular simple
- PT = Punto en donde termina la curva circular simple
- PST = Punto sobre tangente
- PSST = Punto sobre subtangente
- O = Centro de la curva circular
- Δ = Angulo de deflexión de las tangentes
- Gc = Grado de curvatura de la curva auxiliar
- Rc = Radio de la curva circular
- ST = Subtangente
- E = Externa
- M = Ordenada media
- C = Cuerda
- CL = Cuerda larga
- Lc = Longitud de la curva circular

FIGURA III.1

III.2.2 ALINEAMIENTO VERTICAL

Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona, a éste último en el alineamiento vertical se le denomina línea de subrasante.

Al igual que el alineamiento horizontal, el vertical está conformado por tangentes y curvas, de los cuales describiré algunas de sus características:

TANGENTES

Se caracterizan por su longitud y su pendiente, se limitan por dos curvas sucesivas, su longitud será la distancia medida horizontalmente entre el fin de una curva anterior y el principio de la siguiente, se representa gráficamente como T.

La pendiente de la tangente será la relación entre el desnivel y su longitud. Para dos puntos dados de la misma al punto de intersección de dos tangentes en el plano vertical se le denominará gráficamente PIV y a la diferencia algebraica de pendiente de ese punto se le representa con la letra A.

1. PENDIENTE GOBERNADORA

Es la pendiente media que teóricamente puede asignarse a la línea de subrasante para cubrir un desnivel predeterminado, la cual estará en función de las características del tránsito y la configuración del terreno.

La mejor pendiente de este tipo para cada caso específico es aquella que al amalgamar los conceptos antes expuestos, obtenga el menor costo en construcción, conservación y operación.

Esta podrá servir de norma reguladora a la gama de pendientes que se deban proyectar para ajustarse en lo posible a la configuración del terreno.

2. PENDIENTE MAXIMA

Se refiere a la pendiente mayor que se permitirá en el proyecto, misma que se determinará por el volumen de tránsito previsto en los horizontes de proyecto y su composición, así como por las características del terreno.

CAPITULO III. PROYECTO GEOMETRICO

La pendiente máxima se utilizará cuando esto convenga en función de la economía del proyecto, para salvar ciertos obstáculos físicos, así como afectaciones, intersecciones semaforizadas próximas siempre que esta no rebase la longitud crítica.

3. PENDIENTE MINIMA

Esta se fija en función de permitir el drenado (en los terraplenes esta puede ser nula).

4. LONGITUD CRITICA DE TANGENTE

La longitud crítica de una tangente de alineamiento vertical, es aquella en la que un vehículo de carga puede ascender sin reducir su velocidad.

CURVAS CIRCULARES

Son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical para que a través de su longitud se efectúe la transición gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la salida. Al punto común de una tangente y una curva vertical en el inicio de esta se grafica como PCV y como PTV al punto común final.

CARACTERISTICAS GENERALES PARA EL ALINEAMIENTO VERTICAL

La posición de la subrasante en el alineamiento vertical depende fundamentalmente de la topografía de la zona a ligar; pero existen otros factores que deberán considerarse, tales como:

CAPITULO III. PROYECTO GEOMETRICO

- a) La vía será controlada por las condiciones y restricciones de la topografía del terreno, el drenaje e instalaciones municipales.
- b) Son restricciones la pendiente máxima y la longitud crítica
- c) Deberán evitarse vados
- d) Donde las intersecciones a nivel ocurren en tramos con pendiente moderada a fuerte, es deseable reducirla a través de la intersección.

Cabe aclarar que la calidad de estos alineamientos tiene un efecto relativamente pequeño sobre la velocidad de proyecto u operación en el caso de arterias urbanas, excepto en lugares específicos como son las vías con pasos a desnivel.

Para el desarrollo y elaboración del anteproyecto los insumos requeridos son los siguientes:

1. Levantamientos topográficos (métodos convencionales)
2. Estudios de ingeniería de tránsito
3. Estudios de factibilidad preliminares
4. Especificaciones geométricas
5. Selección del eje de trazo
6. Datos para el trazo preliminar del eje
7. Perfil y seccionamiento del eje de trazo
8. Anteproyecto preliminar
9. Estudios de intersecciones
10. Proyecto definitivo

PROCEDIMIENTO DE CALCULO PARA EL ALINEAMIENTO VERTICAL

Longitud. Es la distancia horizontal entre PVC y el PTV, que se puede determinar por los siguientes cuatro criterios:

CAPITULO III. PROYECTO GEOMETRICO

Criterio de comodidad. Es el que se le aplica al proyecto de curvas en columpios, se representa como:

$$K = \frac{L}{A} > \frac{V^2}{395} \dots\dots\dots (10)$$

donde:

K = El recíproco de la variación de pendientes por unidad de longitud.

L = La longitud de la curva vertical (m)

A = Diferencia de pendientes (%)

V = Velocidad (Km/hr)

Criterio de apariencia. Se aplica al proyecto de curvas verticales con visibilidad completa, es decir, a las curvas en columpio para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

$$K = \frac{L}{A} < 30 \dots\dots\dots (11)$$

Criterio de drenaje. Se aplica a las curvas verticales en cresta o en columpio cuando están alojadas en corte.

$$K = \frac{L}{A} < 43 \dots\dots\dots (12)$$

Criterio de seguridad. Se aplicará a curvas verticales en cresta o en columpio. La longitud de la curva debe ser tal que en toda ella, la distancia de visibilidad sea mayor o igual que la de parada. Para curvas en cresta será:

$$D > L; L = 20 \frac{-C_1}{A} \dots\dots\dots (13)$$

$$D < L; L = \frac{AD^2}{C_1} \dots\dots\dots (13')$$

para curvas en columpio:

$$D > L; L = \frac{20 - C_2 + 3.5 D}{A} \dots\dots (14)$$

$$D < L; L = \frac{A D^2}{C_2 + 3.5 D} \dots\dots\dots (14')$$

CAPITULO III. PROYECTO GEOMETRICO

donde:

L = Longitud de la curva vertical (m)

D = Distancia de visibilidad de paradas (m)

A = Diferencia algebraica de pendientes (%)

C1-C2 = Constantes que dependen de la altura del ojo del conductor o la altura de los faros y la altura del vehículo.

Además:

C1 = 425 para distancias de visibilidad de parada

C2 = 120 para distancias de visibilidad de parada

Pendiente en un punto cualquiera de la curva.

$$P = P1 = \frac{A \times l}{L} \dots\dots\dots (15)$$

Desviación respecto a la tangente. Es la diferencia de ordenes entre la prolongación de la tangente y la curva llamada t.

$$t = \frac{A \times l}{200 L} \dots\dots\dots (16)$$

Externa. Es la distancia entre el PIV y la curva medida verticalmente. Se representa como E.

$$E = \frac{A L}{800} \dots\dots\dots (17)$$

Flecha. Es la distancia entre la curva y la cuerda medida verticalmente. Se representa como f.

$$f = \frac{A L}{800} \dots\dots\dots (18)$$

donde:

$$f = E$$

CAPITULO III. PROYECTO GEOMETRICO

Por lo tanto, la fórmula general para obtener las curvas verticales es la siguiente:

$$Y = Kx$$

si:

$$P1 - P2 = A$$

Se obtiene:

$$k = \frac{A}{2L}$$

donde:

- P1 = Pendiente de entrada a la curva
- P2 = Pendiente de salida a la curva
- A = Diferencia algebraica de pendientes
- K = Constante
- L = Longitud de la curva vertical (M)

NOTA: Ver figuras III.2 y III.3

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

Es la mínima visibilidad que debe de proporcionarse en cualquier punto del puente, calculándose de la siguiente manera:

$$D_p = 0.278 Vt + \frac{V^2}{254 (f+p)}$$

CAPITULO III. PROYECTO GEOMETRICO

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE

Esto es cuando existe la suficiente distancia para que el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que circula por el mismo carril sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y así se haga visible la maniobra del rebase.

Para velocidades menores de 110 Km/hr, las distancias de visibilidad de rebase se reducirán proporcionalmente, esto es:

$$DR = \frac{500}{110} ; \quad V = 4.545 V$$

Para el proyecto, la expresión para calcular la distancia de visibilidad de rebase mínima es:

$$DR = 4.5 V$$

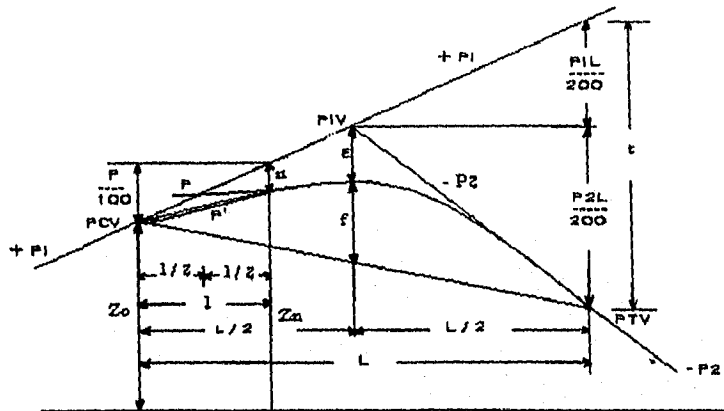
Donde:

DR = Distancia mínima de visibilidad de rebase (m)

V = Velocidad de proyecto (Km/hr)

CAPITULO III. PROYECTO GEOMETRICO

CURVA VERTICAL EN CRESTA

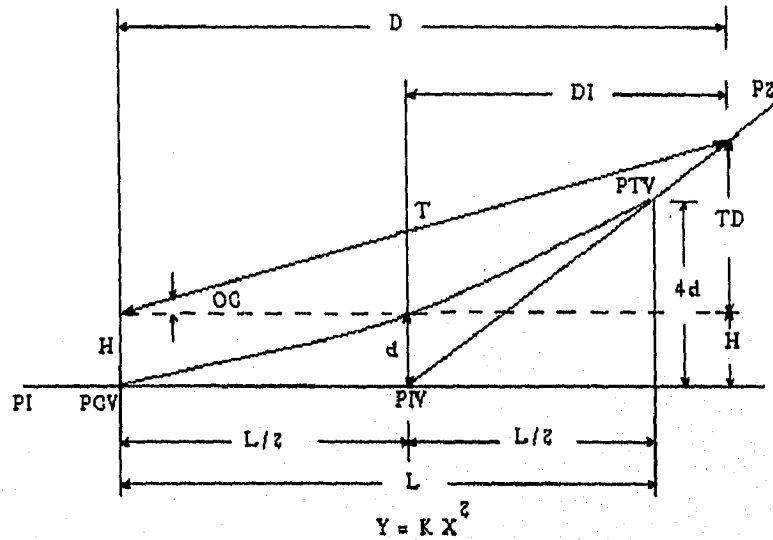


- PIV = Punto de intersección de las tangentes
- PCV = Punto en donde comienza la curva vertical
- PTV = Punto en donde termina la curva vertical
- n = Punto cualquiera sobre la curva
- P1 = Pendiente de la tangente de entrada (%)
- P2 = Pendiente de la tangente de salida (%)
- P = Pendiente en un punto cualquiera de la curva (%)
- P' = Pendiente de una cuerda a un punto cualquiera (%)
- L = Longitud de la curva vertical
- E = Externa
- f = Flecha
- l = Longitud de la curva a un punto cualquiera
- t = Desviación respecto a la tangente de un punto cualquiera
- Zo = Elevación del PCV
- Zn = Elevación de un punto cualquiera

FIGURA No. III.2

CAPITULO III. PROYECTO GEOMETRICO

CURVA VERTICAL EN COLUMPIO



- PIV = Punto de intersección de las tangentes
- PCV = Punto en donde comienza la curva vertical
- PTV = Punto en donde termina la curva vertical
- P1 = Pendiente de la tangente de entrada (%)
- P2 = Pendiente de la tangente de salida (%)
- L = Longitud de la curva vertical
- H = Altura del ojo o altura de los faros
- D = Distancia de visibilidad de parada o de rebase
- T = Pendiente correspondiente al ángulo OC
- d = Desnivel de PI de entrada a curva vertical

FIGURA No. III.3

III.3 PROYECTO GEOMETRICO EJECUTIVO

Esta parte comprende básicamente la elaboración de los planos ejecutivos que contienen la solución de todos los elementos de tipo geométrico que intervienen en el proyecto.

Con el propósito de facilitar la representación de los detalles se elaboraron los siguientes planos:

1. Planta general de trazo y constructiva
2. Perfil ejecutivo eje A-A'
3. Planta de secciones niveladas
4. Geometría suplementaria
5. Planta de dispositivos para el control del tránsito

III.3.1 PLANTA GENERAL DE TRAZO Y CONSTRUCTIVA

En esta planimetría quedan definidos los puntos relevantes y su localización permanente en campo, los ejes básicos para apoyar el trazo tanto de los arroyos como de las guarniciones, banquetas, zonas de equipamiento y seguridad.

Los puntos de referencia a los que están ligados los ejes de trazo se les denomina puntos obligados y están representados gráficamente por las siglas P.O. En el caso del Puente Continentes, sin embargo, podemos encontrar la referenciación a través de vértices de poligonal.

Para definir una tangente se utilizan únicamente 2 P.O. Estas tangentes quedan enlazadas mediante curvas horizontales, dando como resultado lo que se denomina como eje de trazo. Los P.O. se localizaron de la siguiente manera:

PO.1 Y PO.2

Están localizados en el paramento norte de la Av. Jorge Jiménez Cantú entre las calles Monterrey y Tepic. El PO.1 se localiza en la intersección de los paramentos de la calle Monterrey a 1.08 m de estos, el PO.2 se ubica a 29.195 m del PO.1, este a 1.45 m del paramento.

CAPITULO III. PROYECTO GEOMETRICO

PO.3 Y PO.4

Localizados en el mismo paramento norte de la Av. Jorge Jiménez Cantú, entre las calles de Tepic y Hermosillo-Av. Morelia. El PO.3 se ubica a 5.45 m de la esquina de la Calle Tepic a 1.0 m del paramento, el PO.4 se localiza a 15.175 m del PO.3 en dirección oriente y a 36.3 m de la calle Hermosillo y a 1.0 m del paramento.

PO.5 Y PO.6

Localizados igualmente en el paramento norte después del cruce de la Av. Central zona oriente sobre la Av. Boulevard Bosques de los Continentes entre la Av. Central y la calle Bosques de Sudán. El PO.5 se ubica a 19.945 m de la esquina de Bosques de Sudán y del PO.6, ambos a 1.0 m del paramento sobre la banqueta.

PO.7 Y PO.8

Ubicados en el paramento sur sobre la tercera calle de Boulevard de los Continentes, entre las calles de Bosques de Pakistán y Bosques de la India. El PO.7 se localiza en la esquina de Bosques de Paquistán a 2.9 m sobre el paramento sur y a 1.0 m del mismo sobre el área de banqueta, el PO.8 se localiza a 33.4 m del punto anterior dirección oriente y a 1.0 m del paramento.

Igualmente se encuentran referidos al eje A-A' mediante cadenamiento los 16 ejes de columnas más los dos de estribos, así como el eje del Metropolitano Línea "B". Cada eje muestra la sección a los diferentes elementos del cuerpo de la vía, es decir, de eje de trazo a columna, de esta a guarnición de franja separadora o camellón, de este a guarnición de banqueta y por último al paramento.

El eje de trazo está integrado de la siguiente manera:

El eje A-A' define tanto el alineamiento horizontal como el vertical sobre las avenidas Boulevard de los Continentes y Jorge Jiménez Cantú desde la calle Monterrey a Bosques de Tailandia.

La primera tangente se localiza entre los cadenamientos 1+000.000 y el 1+101.618 al sur de los PO. 1,2,3 y 4, a 16.136 m y 38.325 m de los puntos 1 y 2, respectivamente, así como a 19.724 m del PO. 3 y a 14.741 m del PO.4 .

La segunda tangente se localiza entre los cadenamientos 1+101.618 y el 1+537.968 al sur de los PO. 3,4,5 y 6, a 19.724 m del PO.3 y a 14.741 m del PO.4, así como a 35.406 m y 26.229 m de los puntos 5 y 6, respectivamente.

CAPITULO III. PROYECTO GEOMETRICO

La tercera tangente se localiza entre los cadenamientos 1+537.968 y el 1+772.748 m al sur de los PO. 5 y 6, al norte de los PO. 7 y 8 a 35.406 m y 26.229 m de los puntos 5 y 6, respectivamente, así como a 29.559 m del PO. 7 y 17.20 m del PO. 8.

Todos estos puntos muestran un desviajamiento diferente en sus ángulos de inclinación de la recta trazada para intersectarse con el eje de trazo en el P.S.T. respectivo de cada par de puntos obligados.

Esta planimetría se complementa con el plano de la Planta General de Trazo.

Este eje A-A' contiene las curvas circulares horizontales 1,2 y 3, mientras que el eje B-B', la curva 1 (retorno sobre el camellón central de Boulevard de los Continentes, zona oriente).

A continuación describo las secciones que se utilizaron en el proyecto del puente vehicular. Las ligas a las vías de enlace en la salida de cada sentido del proyecto, serán a la misma sección actual de la vialidad.

Cabe mencionar que existe la posibilidad de desarrollar un proyecto de adecuación sobre la Av. Jorge Jiménez Cantú para permitir la liga a través de la Av. R1 al norte del Estado de México (Ecatepec).

La sección 1-1' sobre Boulevard de los Continentes y Jorge Jiménez Cantú fué proyectada para dos carriles de circulación, uno por sentido en la estructura de las rampas y dos carriles para la circulación de los cuerpos que quedarán como laterales coincidentes a lo largo del puente, estas laterales se vuelven los cuerpos principales al terminar en ambos sentidos la estructura.

Se tienen dos carriles de circulación de 4.0 m para todo tipo de vehículos, uno por sentido, zonas de transición antes y después de incorporarse y salir del puente. Además existen los parapetos del puente de 0.80 m cada uno, lo cual da una sección total de 9.60 m.

La sección 2-2' en la cresta de la estructura que liga las avenidas Blvd. de los Continentes y Jorge Jiménez Cantú fué proyectada con los mismos dos carriles de circulación de 8.0 m, adicionando uno de 3.50 m para el autobús más una banqueta de desembarco para los usuarios del sistema, una zona de transición antes y después de la bahía de ascenso y descenso de pasaje de 3.0 m.

Las laterales actuales de 8.0 m en promedio con dos carriles de circulación, observan en la zona de transición de la salida del puente al incorporarse a los cuerpos principales una reducción en la sección a 5.0 m, permitiendo un sólo carril de circulación por la lateral, cumpliendo con el objetivo de dar continuidad al flujo vehicular del puente evitando el entrecruzamiento con el de la lateral.

III.3.2 PERFIL EJECUTIVO

La planimetría del perfil se dibuja a escala 1:500 horizontal y 1:50 vertical, indicando los cadenamientos y sus elevaciones respectivas.

A continuación presento las características principales de este plano:

- Se dibuja en el plano el perfil de la rasante, es decir, del eje de proyecto, además, se tabulan en la parte inferior de éste los datos de los cadenamientos y sus elevaciones que correspondan a cada punto representado.
- En tramo tangente vertical se dan las elevaciones a cada 10.0 m y en tramo de curva vertical se proporcionan a cada 5.0 m, anotando de igual manera los datos de los PCV, PIV y PTV de cada curva vertical.
- También se incluyen los niveles del terreno natural y de intrados de la estructura.
- En la parte inferior de la estructura del puente se dibuja la vialidad coincidente, según la proyectista "Colinas de Buen", así como la proyección esquemática de las zapatas y anclaje de pilotes.
- En la parte superior derecha se describe una tabla con niveles de ménsulas en los estribos y tope de colado en columnas.
- En la parte inferior derecha de la planimetría se dibujan las secciones transversales representativas para indicar los elementos involucrados en el perfil.
- El proyecto da solución mediante liga directa a las vías colectoras que entroncan con el corredor Av. Central, comprende en su alineamiento vertical el perfil del eje A-A' con una orientación poniente a oriente, tiene una longitud de 605.0 m de inicio a fin de rampa, cuenta con cuatro curvas verticales cuyas tangentes tienen las pendientes: +0.0667%, +6.000%, -0.500%, -6.000% y -0.000%.
- Existen en la solapa del plano una serie de notas, las cuales indican cada una de las planimetrías con las que se complementa el proyecto de perfil, así como las referencias y origen de las elevaciones.

III.3.3 PLANTA DE SECCIONES NIVELADAS

Este plano muestra los niveles definitivos de proyecto que deben tener los arroyos a nivel de carpeta y corona de guarnición.

Las secciones niveladas se plasmaron en una planimetría base escala 1:500, en la cual se incluyen los datos cadeneados a cada 20.0 m en tramos tangentes horizontales o verticales, mientras que en las curvas horizontales y verticales a cada 10.0 y 5.0 m, respectivamente.

Los cadenamientos están referidos al eje de trazo principal.

Los niveles de proyecto de las rasantes de los arroyos laterales quedan perfectamente ligados con los niveles existentes de las bocacalles.

III.3.4 GEOMETRIA SUPLEMENTARIA (REFERENCIACION Y LOCALIZACION DE EJES DE COLUMNAS , ESTRIBOS Y GEOMETRIA PARA LA FABRICACION DE TRABES)

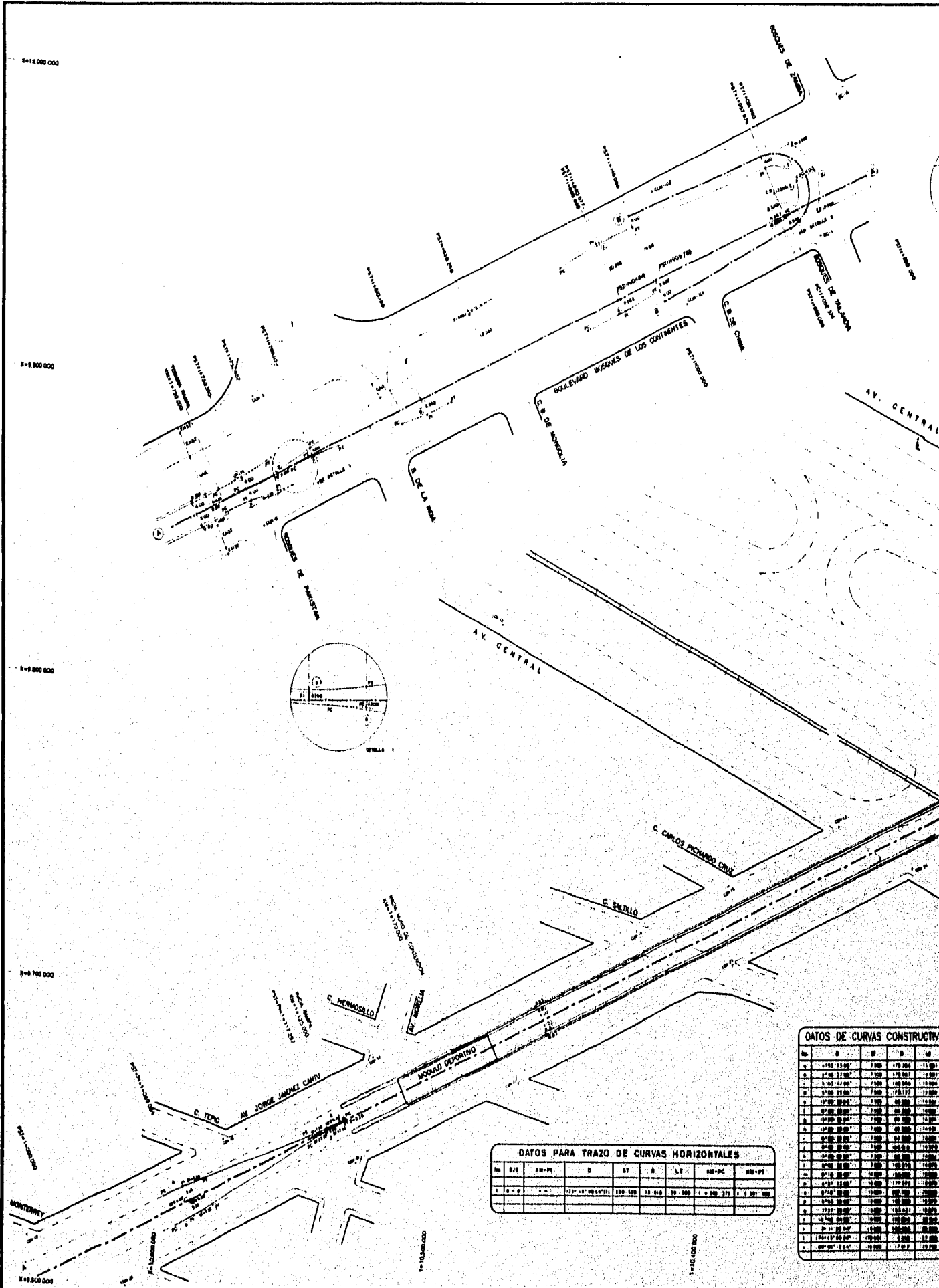
Este plano ejecutivo contiene una serie de datos geométricos en el área de terraplén a terraplén, es decir, la parte estructural del puente vehicular necesarios para la construcción de los elementos que conforman ésta sección del puente, identificando las distancias entre las intersecciones de líneas geométricamente para el constructor.

También se proporcionan las intersecciones representadas gráficamente, las cuales se referencian a los ejes de la vialidad y de metro por medio de cadenamientos. Además se tabulan las elevaciones de rasantes e intrados o galibos verticales.

III.3.5 PLANTA DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO

Esta planimetría contiene los lugares y tipos de señalamiento que deberán instalarse para el buen funcionamiento del tránsito en la zona inmediata y de influencia del puente vehicular.

Esta información se presenta en una planimetría escala 1:500 con una tabla de cuantificación del número y tipo de señalamiento. La realización de este sembrado, cumple con la normatividad establecida en el manual de señalamiento para el control del tránsito en el Distrito Federal y su área conurbada.

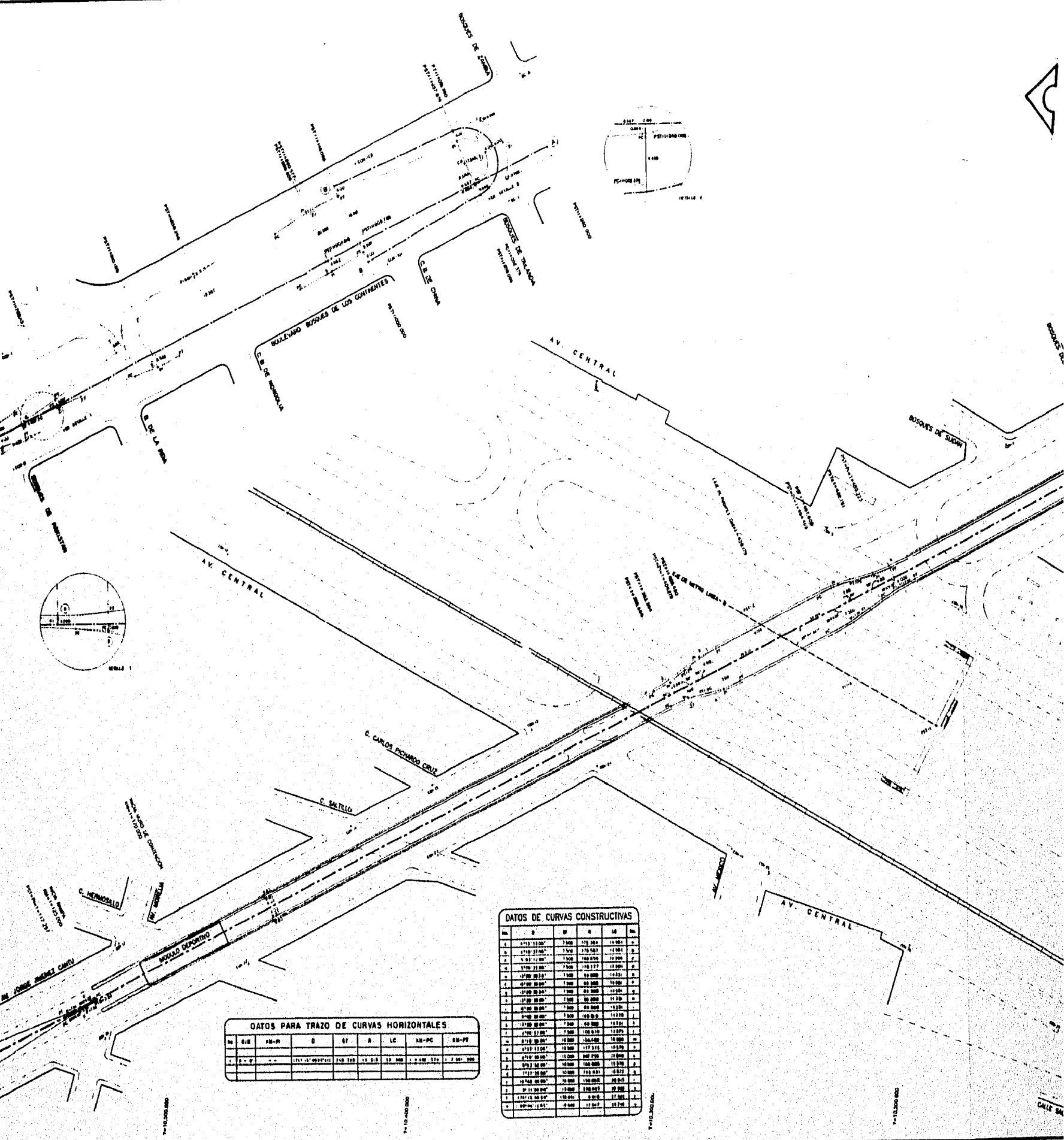


DATOS PARA TRAZO DE CURVAS HORIZONTALES

No	EJE	AM-PM	D	GT	R	L	AE-PC	MB-PZ
1	A-B	-	271° 15' 40.00"	150.000	10.000	10.000	1.000.000	1.000.000

DATOS DE CURVAS CONSTRUCTIVAS

No	D	R	L	AE
1	170° 13.00"	1.000	170.000	170.000
2	174° 32.00"	1.000	174.000	174.000
3	163° 12.00"	1.000	163.000	163.000
4	170° 21.00"	1.000	170.000	170.000
5	170° 21.00"	1.000	170.000	170.000
6	170° 21.00"	1.000	170.000	170.000
7	170° 21.00"	1.000	170.000	170.000
8	170° 21.00"	1.000	170.000	170.000
9	170° 21.00"	1.000	170.000	170.000
10	170° 21.00"	1.000	170.000	170.000
11	170° 21.00"	1.000	170.000	170.000
12	170° 21.00"	1.000	170.000	170.000
13	170° 21.00"	1.000	170.000	170.000
14	170° 21.00"	1.000	170.000	170.000
15	170° 21.00"	1.000	170.000	170.000
16	170° 21.00"	1.000	170.000	170.000
17	170° 21.00"	1.000	170.000	170.000
18	170° 21.00"	1.000	170.000	170.000
19	170° 21.00"	1.000	170.000	170.000
20	170° 21.00"	1.000	170.000	170.000



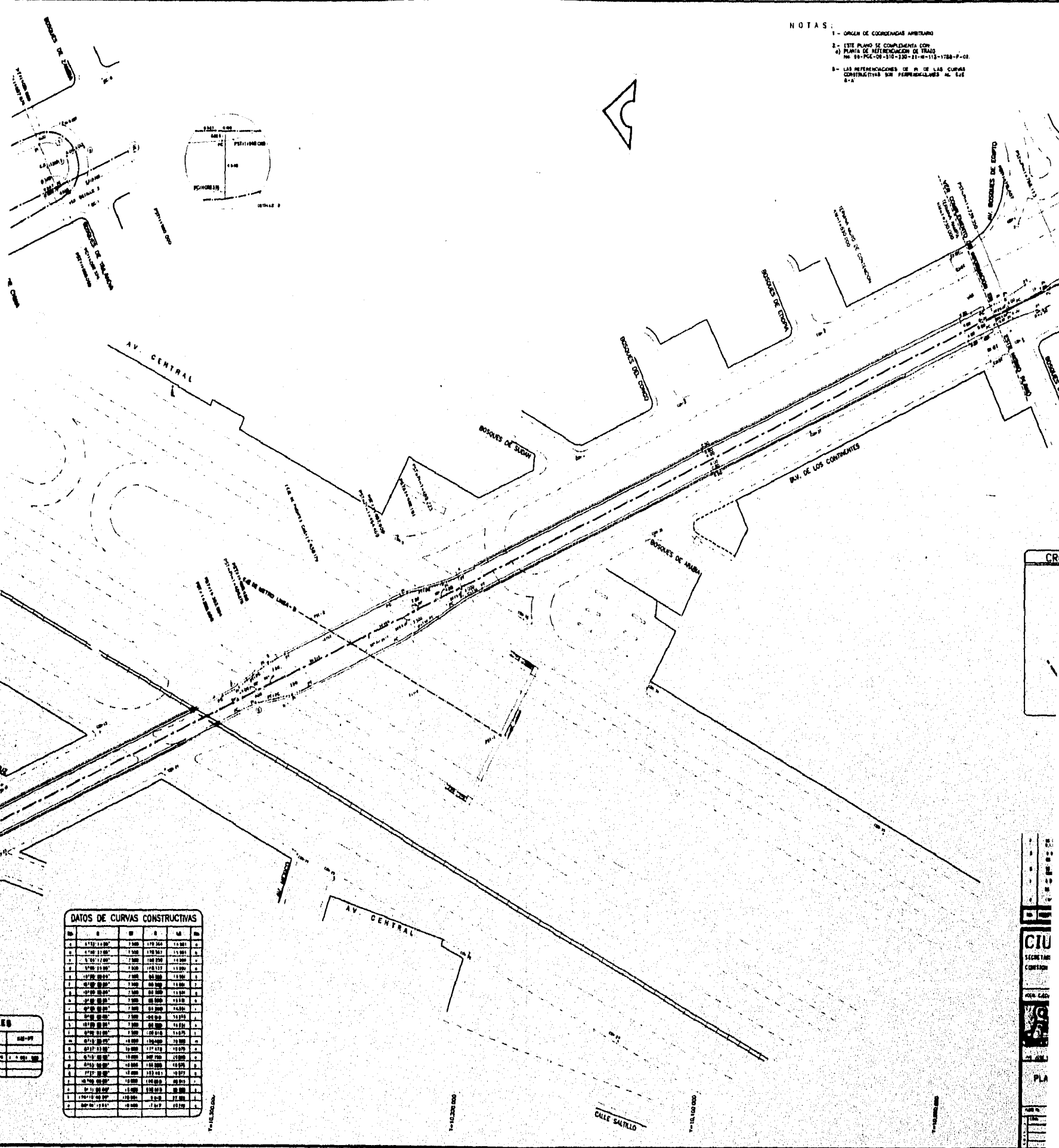
DATOS PARA TRAZO DE CURVAS HORIZONTALES

No.	Q.E.	Q.B.-P.C.	D	ET	A	LC	AN-PC	BB-PP
1	2+50	2+50	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00

DATOS DE CURVAS CONSTRUCTIVAS

No.	D	ET	A	LC	AN-PC	BB-PP
1	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
2	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
3	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
4	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
5	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
6	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
7	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
8	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
9	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
10	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
11	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
12	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
13	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
14	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
15	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
16	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
17	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
18	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
19	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
20	124.15	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00

- NOTAS:
- 1 - ORIGEN DE COORDENADAS ARBITRARIO
 - 2 - ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON:
 - 3) PLANTA DE REFERENCIACION DE TRAZO
NO. 94-PGE-09-310-330-21-05-113-1728-P-02
 - 4 - LAS REFERENCIAS DE P. DE LAS CURVAS
CONSTRUCTIVAS SON REFERENCIAS A: 6-A
8-A



DATOS DE CURVAS CONSTRUCTIVAS

No.	α	R	L	Δ	Δ
1	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
2	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
3	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
4	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
5	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
6	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
7	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
8	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
9	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
10	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
11	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
12	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
13	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
14	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
15	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
16	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
17	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
18	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
19	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
20	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
21	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
22	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
23	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
24	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
25	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
26	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
27	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
28	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
29	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6
30	17° 10' 00"	1500	179.364	13.981	6

CR

SECRETARIA DE COMERCIO

PL

1980

1981

1982

1983

1984

1985

1986

1987

1988

1989

1990

1991

1992

1993

1994

1995

1996

1997

1998

1999

2000

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

2014

2015

2016

2017

2018

2019

2020

2021

2022

2023

2024

2025

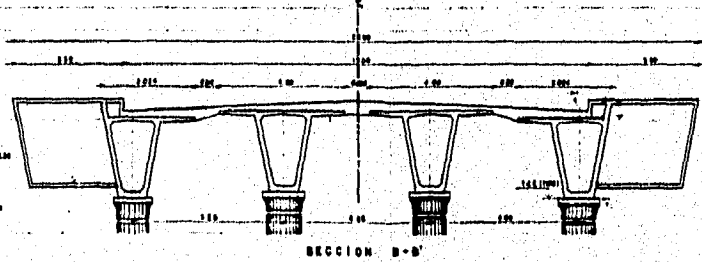
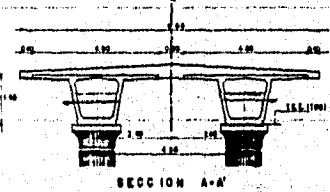
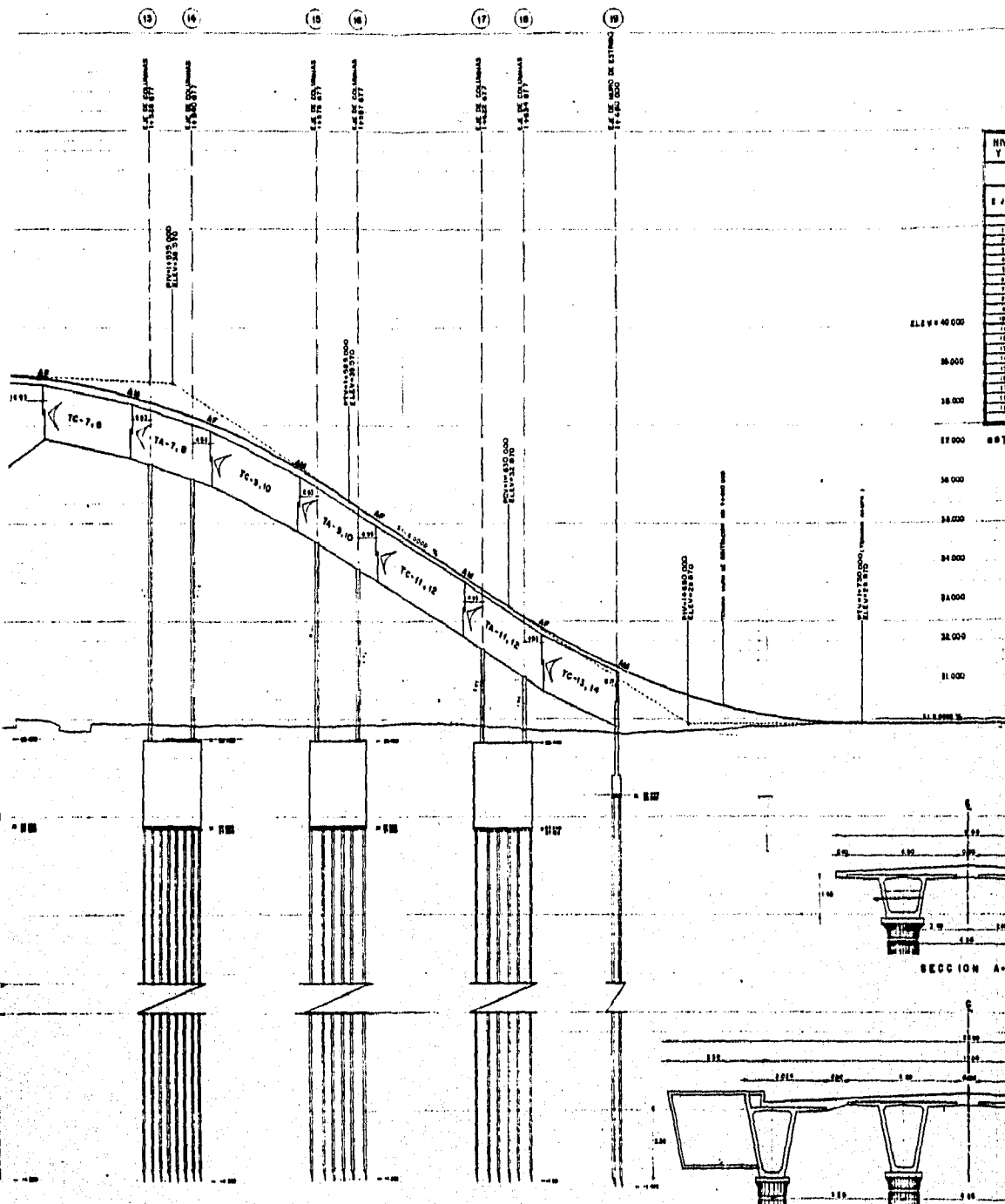
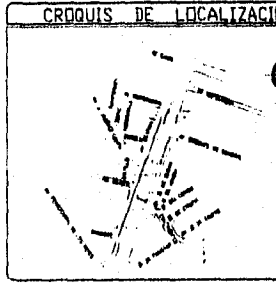
NOTAS:

- 1- OBRERA DE ELEVACIONES 80-27 CON ELEVACION DE 28.800 MMS. UBICADO SOBRE CUARDO DE M. EN PARALELO SUR DE AVENIDA JORGE JUAREZ, CANTO A 2.700 MMS. AVANCE AL PUNTO DEL CRUCE CON CALLE SALTILLO.
- 2- ATENDAS LAS ELEVACIONES DEBIDAS DE MANERA 20000 MMS. PARA REFERENCIAS AL NIVEL MED DEL MAR.
- 3- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON:
 - 4) PLANTA DE SECCIONES TRANSVERSALES. No. 84-TOP-03-110-130-21-N-110-1700
 - 5) PLANTA DE SECCIONES LONGITUDINALES. No. 84-PCZ-10-110-130-21-N-110-1700
 - 6) PLANTA GENERAL DE TENDIDO. No. 84-PCZ-11-110-130-21-N-110-1700
 - 7) PLANTA DE LOCALIZACION Y REFERENCIACION DE COLUMNAS Y ESTREBOS. No. 84-PCZ-08-110-130-21-N-110-1700
- 8) PLANOS ESTRUCTURALES. LSA No. 84-EST-01-110-130-21-N-110-1700 AL No. 11

NIVELES DE MEMBRAS EN ESTREBOS Y TOPE DE COLUMNAS					
EJE	TRADES				NOTAS
	LATERAL	CENTRAL	INTERNA	OSER	
1	31007	31007	31007	31007	1.0.0.0
2	31008	31008	31008	31008	1.0.0.0
3	31009	31009	31009	31009	1.0.0.0
4	31010	31010	31010	31010	1.0.0.0
5	31011	31011	31011	31011	1.0.0.0
6	31012	31012	31012	31012	1.0.0.0
7	31013	31013	31013	31013	1.0.0.0
8	31014	31014	31014	31014	1.0.0.0
9	31015	31015	31015	31015	1.0.0.0
10	31016	31016	31016	31016	1.0.0.0
11	31017	31017	31017	31017	1.0.0.0
12	31018	31018	31018	31018	1.0.0.0
13	31019	31019	31019	31019	1.0.0.0
14	31020	31020	31020	31020	1.0.0.0
15	31021	31021	31021	31021	1.0.0.0
16	31022	31022	31022	31022	1.0.0.0
17	31023	31023	31023	31023	1.0.0.0
18	31024	31024	31024	31024	1.0.0.0
19	31025	31025	31025	31025	1.0.0.0
20	31026	31026	31026	31026	1.0.0.0

NOTAS:

- 1- LINDA Y ELEVACIONES DE NIVEL DE NIVEL MED DEL MAR.
- 2- LINDA Y ELEVACIONES DE NIVEL MED DEL MAR.
- 3- LA ELEVACION DE NIVEL MED DEL MAR DE NIVEL MED DEL MAR.
- 4- LAS ELEVACIONES DE NIVEL MED DEL MAR DE NIVEL MED DEL MAR.



ELEVACION	TIPO DE TERRENO	TIPO DE FONDO	TIPO DE COLUMNAS	TIPO DE ESTREBOS	TIPO DE TRAZADO	TIPO DE PAVIMENTO	TIPO DE REVESTIMIENTO	TIPO DE ACABADO	TIPO DE OBRERA	TIPO DE MATERIAL	TIPO DE EQUIPO	TIPO DE PERSONAL	TIPO DE COSTO	TIPO DE PLAZO	TIPO DE RIESGO	TIPO DE OBSERVACIONES
31007
31008
31009
31010
31011
31012
31013
31014
31015
31016
31017
31018
31019
31020
31021
31022
31023
31024
31025
31026

CIUDAD DE MEXICO
SECRETARIA GENERAL DE OBRAS
COMISION DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO **DDF**

PROYECTO: PUENTE VEHICULAR CONTINENTAL METROPOLITANO LIMI

PROYECTO DE PERFIL EJE A-A'

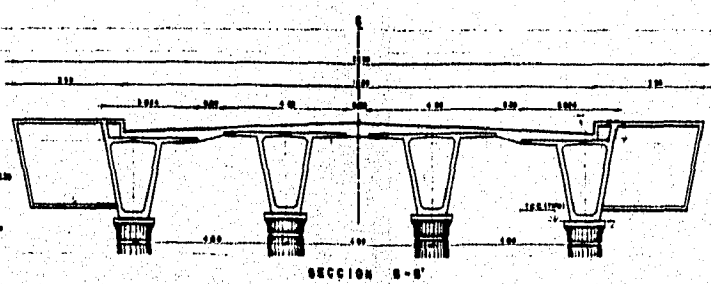
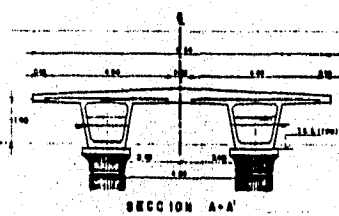
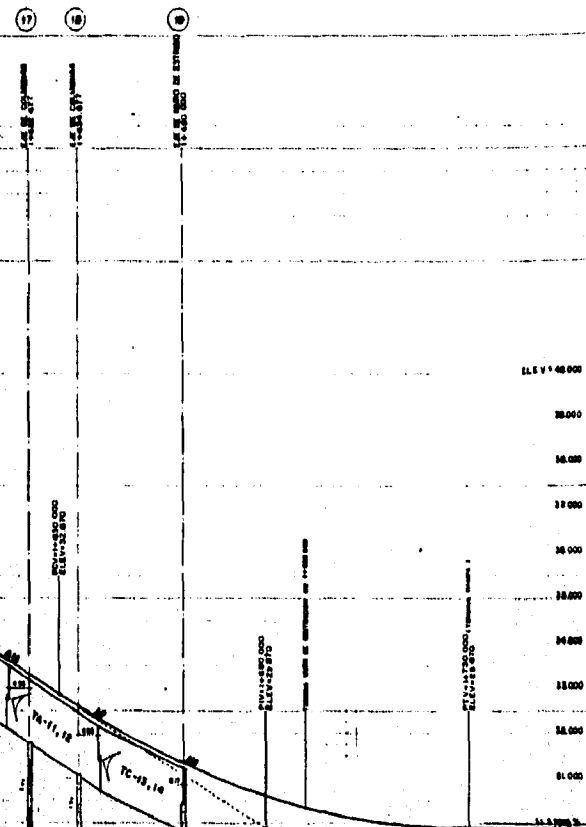
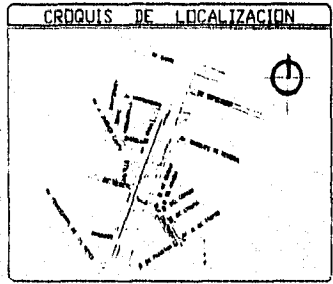
NOTAS:

- 1- ORIGEN DE ELEVACIONES RM-37 CON ELEVACION DE 23.808 MMS UNICADO SOBRE CLAVO DE ALZERO EN BANDEJA SUR DE ESTRUCTURA JORGE AMERCEZ CANTO A 27.70 MMS ABREVA AL PONIENTE DEL CRUCE CON CALLE SANTIAGO
- 2- AJUSTAS LAS ELEVACIONES GENERALES DE SUMARQUEE 2320.00 MMS PARA REFERENCIAS AL NIVEL MEDIO DEL MAR
- 3- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON:
 - a) PLANTA DE SECCIONES TRANSVERSALES: No. 84-PM-04-310-230-21-M-110-1783-P-04
 - b) PLANTA DE SECCIONES HORIZONTALES: No. 84-PM-04-310-230-21-M-110-1783-P-04
 - c) PLANTA GENERAL DE TRAZO: No. 84-PM-04-310-230-21-M-110-1783-P-04
 - d) PLANTA DE LOCALIZACION Y REFERENCIAS DE EJE DE COLUMNAS Y ESTILOS: No. 84-PM-04-310-230-21-M-110-1783-P-04
- PROYECTO ESTRUCTURAL:
 DEL No. 84-PM-04-310-230-21-M-110-1783-P-04
 AL No. 11-0110-P-00

NIVELES DE BARRILLAS EN ESTRIBOS Y TOPE DE COLADO DE COLUMNAS					
EJE	TRABES				NOTAS
	LATERAL I D R	CENTRAL I D R	CENTRAL I D R	LATERAL I D R	
1	30.07	31.97			T.C.E.
2	31.33	33.23			T.C.E.
3	32.59	34.49			T.C.E.
4	33.85	35.75			T.C.E.
5	35.11	37.01			T.C.E.
6	36.37	38.27			T.C.E.
7	37.63	39.53			T.C.E.
8	38.89	40.79			T.C.E.
9	40.15	42.05			T.C.E.
10	41.41	43.31			T.C.E.
11	42.67	44.57			T.C.E.
12	43.93	45.83			T.C.E.
13	45.19	47.09			T.C.E.
14	46.45	48.35			T.C.E.
15	47.71	49.61			T.C.E.
16	48.97	50.87			T.C.E.
17	50.23	52.13			T.C.E.
18	51.49	53.39			T.C.E.
19	52.75	54.65			T.C.E.
20	54.01	55.91			T.C.E.
21	55.27	57.17			T.C.E.
22	56.53	58.43			T.C.E.
23	57.79	59.69			T.C.E.
24	59.05	60.95			T.C.E.
25	60.31	62.21			T.C.E.
26	61.57	63.47			T.C.E.
27	62.83	64.73			T.C.E.
28	64.09	65.99			T.C.E.
29	65.35	67.25			T.C.E.
30	66.61	68.51			T.C.E.
31	67.87	69.77			T.C.E.
32	69.13	71.03			T.C.E.
33	70.39	72.29			T.C.E.
34	71.65	73.55			T.C.E.
35	72.91	74.81			T.C.E.
36	74.17	76.07			T.C.E.
37	75.43	77.33			T.C.E.
38	76.69	78.59			T.C.E.
39	77.95	79.85			T.C.E.
40	79.21	81.11			T.C.E.
41	80.47	82.37			T.C.E.
42	81.73	83.63			T.C.E.
43	82.99	84.89			T.C.E.
44	84.25	86.15			T.C.E.
45	85.51	87.41			T.C.E.
46	86.77	88.67			T.C.E.
47	88.03	89.93			T.C.E.
48	89.29	91.19			T.C.E.
49	90.55	92.45			T.C.E.
50	91.81	93.71			T.C.E.
51	93.07	94.97			T.C.E.
52	94.33	96.23			T.C.E.
53	95.59	97.49			T.C.E.
54	96.85	98.75			T.C.E.
55	98.11	100.01			T.C.E.
56	99.37	101.27			T.C.E.
57	100.63	102.53			T.C.E.
58	101.89	103.79			T.C.E.
59	103.15	105.05			T.C.E.
60	104.41	106.31			T.C.E.
61	105.67	107.57			T.C.E.
62	106.93	108.83			T.C.E.
63	108.19	110.09			T.C.E.
64	109.45	111.35			T.C.E.
65	110.71	112.61			T.C.E.
66	111.97	113.87			T.C.E.
67	113.23	115.13			T.C.E.
68	114.49	116.39			T.C.E.
69	115.75	117.65			T.C.E.
70	117.01	118.91			T.C.E.
71	118.27	120.17			T.C.E.
72	119.53	121.43			T.C.E.
73	120.79	122.69			T.C.E.
74	122.05	123.95			T.C.E.
75	123.31	125.21			T.C.E.
76	124.57	126.47			T.C.E.
77	125.83	127.73			T.C.E.
78	127.09	128.99			T.C.E.
79	128.35	130.25			T.C.E.
80	129.61	131.51			T.C.E.
81	130.87	132.77			T.C.E.
82	132.13	134.03			T.C.E.
83	133.39	135.29			T.C.E.
84	134.65	136.55			T.C.E.
85	135.91	137.81			T.C.E.
86	137.17	139.07			T.C.E.
87	138.43	140.33			T.C.E.
88	139.69	141.59			T.C.E.
89	140.95	142.85			T.C.E.
90	142.21	144.11			T.C.E.
91	143.47	145.37			T.C.E.
92	144.73	146.63			T.C.E.
93	145.99	147.89			T.C.E.
94	147.25	149.15			T.C.E.
95	148.51	150.41			T.C.E.
96	149.77	151.67			T.C.E.
97	151.03	152.93			T.C.E.
98	152.29	154.19			T.C.E.
99	153.55	155.45			T.C.E.
100	154.81	156.71			T.C.E.

NOTAS:

- EJE A-A: ELEVACIONES DE NIVEL EN METROS
- T.C.E.: TOPE DE COLADO DE COLUMNAS
- LAS ELEVACIONES DE NIVEL EN METROS SE REFIEREN AL NIVEL MEDIO DEL MAR
- LAS COLUMNAS DE LOS EJE A-A Y B-B SON UNICADAS A LOS 27.70 MMS DE ALTURA



ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	NOTAS
1	BARBOTEADO	1	M ²	1.00	1.00	
2	CONCRETO	1	M ³	1.00	1.00	
3	ACERO	1	KG	1.00	1.00	
4	TRABAJO DE HERRAMIENTAS	1	UN	1.00	1.00	
5	TRABAJO DE PINTURA	1	M ²	1.00	1.00	
6	TRABAJO DE MANTENIMIENTO	1	UN	1.00	1.00	
7	TRABAJO DE REPARACION	1	UN	1.00	1.00	
8	TRABAJO DE LIMPIEZA	1	UN	1.00	1.00	
9	TRABAJO DE PROTECCION	1	UN	1.00	1.00	
10	TRABAJO DE RECONSTRUCCION	1	UN	1.00	1.00	
11	TRABAJO DE REFORMA	1	UN	1.00	1.00	
12	TRABAJO DE MODIFICACION	1	UN	1.00	1.00	
13	TRABAJO DE ADICION	1	UN	1.00	1.00	
14	TRABAJO DE SUPRESION	1	UN	1.00	1.00	
15	TRABAJO DE RECONEXION	1	UN	1.00	1.00	
16	TRABAJO DE REEMPLAZO	1	UN	1.00	1.00	
17	TRABAJO DE REAJUSTE	1	UN	1.00	1.00	
18	TRABAJO DE REFORZAMIENTO	1	UN	1.00	1.00	
19	TRABAJO DE RECONSTRUCCION	1	UN	1.00	1.00	
20	TRABAJO DE REFORMA	1	UN	1.00	1.00	
21	TRABAJO DE MODIFICACION	1	UN	1.00	1.00	
22	TRABAJO DE ADICION	1	UN	1.00	1.00	
23	TRABAJO DE SUPRESION	1	UN	1.00	1.00	
24	TRABAJO DE RECONEXION	1	UN	1.00	1.00	
25	TRABAJO DE REEMPLAZO	1	UN	1.00	1.00	
26	TRABAJO DE REAJUSTE	1	UN	1.00	1.00	
27	TRABAJO DE REFORZAMIENTO	1	UN	1.00	1.00	
28	TRABAJO DE RECONSTRUCCION	1	UN	1.00	1.00	
29	TRABAJO DE REFORMA	1	UN	1.00	1.00	
30	TRABAJO DE MODIFICACION	1	UN	1.00	1.00	
31	TRABAJO DE ADICION	1	UN	1.00	1.00	
32	TRABAJO DE SUPRESION	1	UN	1.00	1.00	
33	TRABAJO DE RECONEXION	1	UN	1.00	1.00	
34	TRABAJO DE REEMPLAZO	1	UN	1.00	1.00	
35	TRABAJO DE REAJUSTE	1	UN	1.00	1.00	
36	TRABAJO DE REFORZAMIENTO	1	UN	1.00	1.00	
37	TRABAJO DE RECONSTRUCCION	1	UN	1.00	1.00	
38	TRABAJO DE REFORMA	1	UN	1.00	1.00	
39	TRABAJO DE MODIFICACION	1	UN	1.00	1.00	
40	TRABAJO DE ADICION	1	UN	1.00	1.00	
41	TRABAJO DE SUPRESION	1	UN	1.00	1.00	
42	TRABAJO DE RECONEXION	1	UN	1.00	1.00	
43	TRABAJO DE REEMPLAZO	1	UN	1.00	1.00	
44	TRABAJO DE REAJUSTE	1	UN	1.00	1.00	
45	TRABAJO DE REFORZAMIENTO	1	UN	1.00	1.00	
46	TRABAJO DE RECONSTRUCCION	1	UN	1.00	1.00	
47	TRABAJO DE REFORMA	1	UN	1.00	1.00	
48	TRABAJO DE MODIFICACION	1	UN	1.00	1.00	
49	TRABAJO DE ADICION	1	UN	1.00	1.00	
50	TRABAJO DE SUPRESION	1	UN	1.00	1.00	
51	TRABAJO DE RECONEXION	1	UN	1.00	1.00	
52	TRABAJO DE REEMPLAZO	1	UN	1.00	1.00	
53	TRABAJO DE REAJUSTE	1	UN	1.00	1.00	
54	TRABAJO DE REFORZAMIENTO	1	UN	1.00	1.00	
55	TRABAJO DE RECONSTRUCCION	1	UN	1.00	1.00	
56	TRABAJO DE REFORMA	1	UN	1.00	1.00	
57	TRABAJO DE MODIFICACION	1	UN	1.00	1.00	
58	TRABAJO DE ADICION	1	UN	1.00	1.00	
59	TRABAJO DE SUPRESION	1	UN	1.00	1.00	
60	TRABAJO DE RECONEXION	1	UN	1.00	1.00	
61	TRABAJO DE REEMPLAZO	1	UN	1.00	1.00	
62	TRABAJO DE REAJUSTE	1	UN	1.00	1.00	
63	TRABAJO DE REFORZAMIENTO	1	UN	1.00	1.00	
64	TRABAJO DE RECONSTRUCCION	1	UN	1.00	1.00	
65	TRABAJO DE REFORMA	1	UN	1.00	1.00	
66	TRABAJO DE MODIFICACION	1	UN	1.00	1.00	
67	TRABAJO DE ADICION	1	UN	1.00	1.00	
68	TRABAJO DE SUPRESION	1	UN	1.00	1.00	
69	TRABAJO DE RECONEXION	1	UN	1.00	1.00	
70	TRABAJO DE REEMPLAZO	1	UN	1.00	1.00	
71	TRABAJO DE REAJUSTE	1	UN	1.00	1.00	
72	TRABAJO DE REFORZAMIENTO	1	UN	1.00	1.00	
73	TRABAJO DE RECONSTRUCCION	1	UN	1.00	1.00	
74	TRABAJO DE REFORMA	1	UN	1.00	1.00	
75	TRABAJO DE MODIFICACION	1	UN	1.00	1.00	
76	TRABAJO DE ADICION	1	UN	1.00	1.00	
77	TRABAJO DE SUPRESION	1	UN	1.00	1.00	
78	TRABAJO DE RECONEXION	1	UN	1.00	1.00	
79	TRABAJO DE REEMPLAZO	1	UN	1.00	1.00	
80	TRABAJO DE REAJUSTE	1	UN	1.00	1.00	
81	TRABAJO DE REFORZAMIENTO	1	UN	1.00	1.00	
82	TRABAJO DE RECONSTRUCCION	1	UN	1.00	1.00	
83	TRABAJO DE REFORMA	1	UN	1.00	1.00	
84	TRABAJO DE MODIFICACION	1	UN	1.00	1.00	
85	TRABAJO DE ADICION	1	UN	1.00	1.00	
86	TRABAJO DE SUPRESION	1	UN	1.00	1.00	
87	TRABAJO DE RECONEXION	1	UN	1.00	1.00	
88	TRABAJO DE REEMPLAZO	1	UN	1.00	1.00	
89	TRABAJO DE REAJUSTE	1	UN	1.00	1.00	
90	TRABAJO DE REFORZAMIENTO	1	UN	1.00	1.00	
91	TRABAJO DE RECONSTRUCCION	1	UN	1.00	1.00	
92	TRABAJO DE REFORMA	1	UN	1.00	1.00	
93	TRABAJO DE MODIFICACION	1	UN	1.00	1.00	
94	TRABAJO DE ADICION	1	UN	1.00	1.00	
95	TR					

IV.1 PERITAJES NOTARIADOS DE LOS INMUEBLES UBICADOS A LO LARGO Y AMBAS MARGENES DE LA CONSTRUCCION DEL PUENTE

Es de gran importancia la realización con anticipación del peritaje de cada uno de los predios que se encuentran a lo largo y ambas márgenes por donde se construirá el puente vehicular.

Lo anterior con el fin de conocer las condiciones en que se encuentran las edificaciones existentes y que a su vez serán un factor más de condición durante el proceso constructivo.

Con base en este estudio se ubican los inmuebles más delicados y que en algún momento pudieran sufrir asentamientos o desplomes de consideración por efectos de vibración de la maquinaria que opera en la obra o por la construcción misma del puente.

A los inmuebles que se consideren de bajo riesgo, se les colocará un apuntalamiento provisional en la parte donde se presenten daños, recomendando a los ocupantes su reparación y mantenimiento permanente. Por lo que respecta a este tipo de inmuebles, no se detectaron en la zona de influencia de la construcción.

Con referencia a los inmuebles considerados de alto riesgo, se apuntalan o inclusive se procede a su demolición para evitar riesgos mayores. Un inmueble de este tipo se detectó sobre la Av. Boulevard Bosques de los Continentes No. 25, Col. Bosques de Aragón, Municipio de Nezahualcoyotl, Edo. de México, en el cual se detectaron grietas en prácticamente todos los muros de los dos niveles, debidas a los hundimientos diferenciales de la cimentación del orden de 8 cm hacia la parte posterior del inmueble. La solución inmediata que se adoptó, fué la de apuntalar los muros y losas para evitar algún desplome.

Asimismo, para vigilar el comportamiento de las edificaciones en esta zona, se llevó a cabo un control topográfico, el cual describo a continuación.

IV.2 INSTRUMENTACION

En términos generales, la instrumentación se define como la serie de dispositivos y referencias topográficas instalados dentro y fuera de la zona de obra, en el terreno natural y en la estructura vecinas. Quedan comprendidos también dentro de este concepto todos aquellos trabajos de campo y gabinete para realizar la toma de lecturas, la interpretación, su aplicación y elaboración de informes.

Los objetivos que se persiguen con la implantación de la instrumentación son: medir previamente, durante y después de la ejecución de la obra los movimientos verticales y horizontales, así como los esfuerzos que se generan en el suelo y edificaciones colindantes como reflejo de las actividades y proceso de ésta obra.

PREVIO A LA CONSTRUCCION

- Se considerará como área de influencia aquella zona que rodea al puente y que se ubica dentro de una distancia igual al ancho de la vialidad del puente.
- Todas las estructuras que se encuentren dentro del área de influencia deberán marcarse con al menos dos puntos de referencia (palomas) para observar los hundimientos. La distancia entre puntos o elementos de referencia no deberá ser mayor a 20 m, salvo la existencia de terrenos desocupados. Adicionalmente, en aquellas estructuras de más de 7 m de altura deberán colocarse elementos para registrar cualquier desplome.
- Una vez referidas las marcas en las estructuras dentro del área de influencia, deberán realizarse tres mediciones (mínimo) dentro de los 30 días previos al inicio de la obra, con al menos 7 días de diferencia entre mediciones y diariamente durante las excavaciones para los cajones.
- Deberá realizarse un levantamiento (preferentemente notarial) dentro de la zona de influencia donde se indiquen las condiciones en la que se encuentran las construcciones, resaltando el estado de aquellas que se encuentren dañadas.

CAPITULO IV. INSTRUMENTACION PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE

DURANTE LA CONSTRUCCION

- En aquellos tramos de excavación que sobrepasen un área de 200 m² o con profundidad igual o mayor a 3 m, deberá colocarse un banco de nivel flotante (BNF) al centro, prevo a los trabajos de excavación.
- Durante la excavación, las mediciones en los BNF deberán realizarse diariamente. Una vez iniciados los trabajos de colado del cajón, las mediciones se realizarán con una frecuencia de 2 veces por semana, transfiriendo el BNF a cualquier elemento fijo (losa de piso del cajón).
- Coladas y descimbradas las columnas del puente se ubicarán marcas de referencia (palomas) en cada una de ellas. Las nivelaciones a estos elementos se realizarán al menos cada 7 días, siempre y cuando la velocidad de hundimiento sea menor o igual a 2 mm por día, en caso contrario las nivelaciones se llevarán a cabo diariamente. Adicionalmente, se realizarán mediciones en un plazo no mayor a 24 horas posteriores al montaje de cada uno de los elementos prefabricados.

POSTERIOR A LA CONSTRUCCION

- Una vez terminada la construcción y en un plazo de 2 meses las nivelaciones se realizarán cada 7 días, posteriormente se efectuarán a cada 15 hasta que la velocidad de hundimiento sea menor a 1 cm/mes. Una vez alcanzada esta condición, las mediciones se realizarán cada mes durante 6 meses y finalmente cada 6 meses durante 2 años.

Para llevar a cabo este monitoreo topográfico, fué preciso instalar la instrumentación que describo a continuación.

CAPITULO IV. INSTRUMENTACION PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE

PALOMAS EN EDIFICACIONES COLINDANTES A LA CONSTRUCCION DEL PUENTE

Para conocer la magnitud de los movimientos que se pudieran presentar en las edificaciones paralelas al puente vehicular se colocaron marcas de pintura (palomas) en muros, ubicadas a una altura aproximada de 1.5 m a partir del nivel del piso. En edificaciones con altura mayor de 7 m se colocarán palomas en las colindancias con los predios aledaños y una al centro de la estructura.

La zona donde se ubique una paloma deberá limpiarse y aplanarse con mortero previamente. En los sitios elegidos se pintan de color blanco cuadros de 7 x 7 cm y triángulos inscritos en ellos de color rojo con su respectiva clave de identificación (figura IV.1).

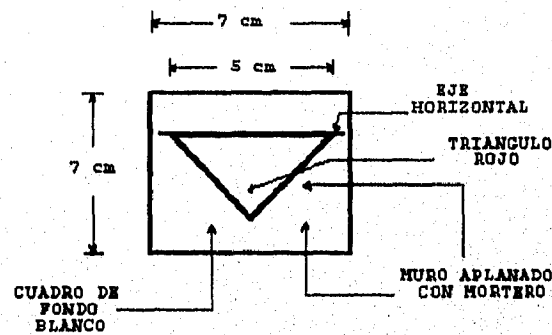


FIGURA IV.1 PALOMAS EN MUROS

CAPITULO IV. INSTRUMENTACION PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE

VERIFICACION DE DESPLOMES EN EDIFICACIONES CON ALTURA MAYOR A 7 METROS

Además de las palomas que se colocaron en las construcciones con altura mayor de 7 m, se deberá medir la magnitud de los probables desplomes que pudieran sufrir, de acuerdo al siguiente proceso: este dispositivo se colocará en la parte más alta de este tipo de estructuras. El dispositivo se compone de un elemento metálico (perfil estructural), el cual deberá permanecer fijo en la parte superior de la construcción, lo que podrá garantizarse ahogando el elemento en un bloque de concreto, o bien, sujetándolo con varillas empotradas a la estructura. El dispositivo deberá alejarse al menos 30 cm de cualquier saliente de la fachada de la edificación. Adicionalmente, es recomendable fijar un gancho al elemento, el cual representará el punto fijo del cual penderá la plomada cada vez que se realicen mediciones (figura IV.2).

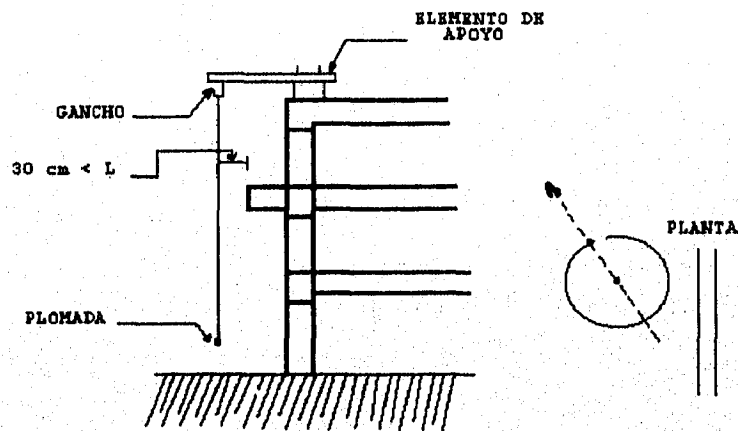


FIGURA IV.2 DISPOSITIVO PARA MEDIR DESPLOMES

CAPITULO IV. INSTRUMENTACION PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE

Para medir los desplomes se colgará sobre el gancho del dispositivo una cadena en cuyo extremo inferior se localice la plomada junto con un sobrepeso. La primera lectura indicará el punto de referencia a partir del cual se medirán los desplomes (si existiesen) en las mediciones subsiguientes.

Deberá ubicarse perfectamente el punto sobre el cual cae la plomada, esta referencia será permanente y puede ser representada por un tornillo enterrado.

BANCOS DE NIVEL FLOTANTE (BNF)

Consiste en un tubo de fierro galvanizado de 1" de diámetro en tramos de 1 m unidos con coples y con una longitud equivalente a la profundidad de instalación del banco, en su extremo superior rematará en un tapón de fo.ga. sobre el que se apoyará el estadal, mientras que en su extremo inferior tendrá un "muerto" de concreto simple de $f'c=100 \text{ Kg/cm}^2$, vaciado dentro de un tubo shelby de 4" de diámetro por 1 m de longitud.

El banco de nivel flotante (BNF) tiene la función de determinar los movimientos verticales causados por las probables expansiones y hundimientos generados en el fondo de la excavación.

El proceso a seguir para la instalación de los BNF, es el que indico a continuación:

- Se realiza una perforación de 6" de diámetro hasta una profundidad de 1.20 m abajo del nivel máximo de excavación.
- Las paredes de la perforación se deberán estabilizar con lodo bentonítico.
- Previo al inicio de los trabajos, se deberá fabricar el "muerto" de concreto, dejando el extremo inferior del tubo de 1" de diámetro completamente embebido en toda la longitud del muerto.
- Se introducirá en la perforación el tubo en tramos de 1 m que se irán uniendo con coples a medida que se baje. Deberá cuidarse que el "muerto" se apoye por completo en el fondo de la perforación, por lo que se debe verificar que esté libre de azolves.
- Una vez colocado el BNF en la profundidad máxima, el espacio anular se rellenará con grava de 3/4" en toda su longitud.

CAPITULO IV. INSTRUMENTACION PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE

Para medir los desplomes se colgará sobre el gancho del dispositivo una cadena en cuyo extremo inferior se localice la plomada junto con un sobrepeso. La primera lectura indicará el punto de referencia a partir del cual se medirán los desplomes (si existiesen) en las mediciones subsecuentes.

Deberá ubicarse perfectamente el punto sobre el cual cae la plomada, esta referencia será permanente y puede ser representada por un tornillo enterrado.

BANCOS DE NIVEL FLOTANTE (BNF)

Consiste en un tubo de fierro galvanizado de 1" de diámetro en tramos de 1 m unidos con coples y con una longitud equivalente a la profundidad de instalación del banco, en su extremo superior rematará en un tapón de fo.ga. sobre el que se apoyará el estadal, mientras que en su extremo inferior tendrá un "muerto" de concreto simple de $f'c=100 \text{ Kg/cm}^2$, vaciado dentro de un tubo shelby de 4" de diámetro por 1 m de longitud.

El banco de nivel flotante (BNF) tiene la función de determinar los movimientos verticales causados por las probables expansiones y hundimientos generados en el fondo de la excavación.

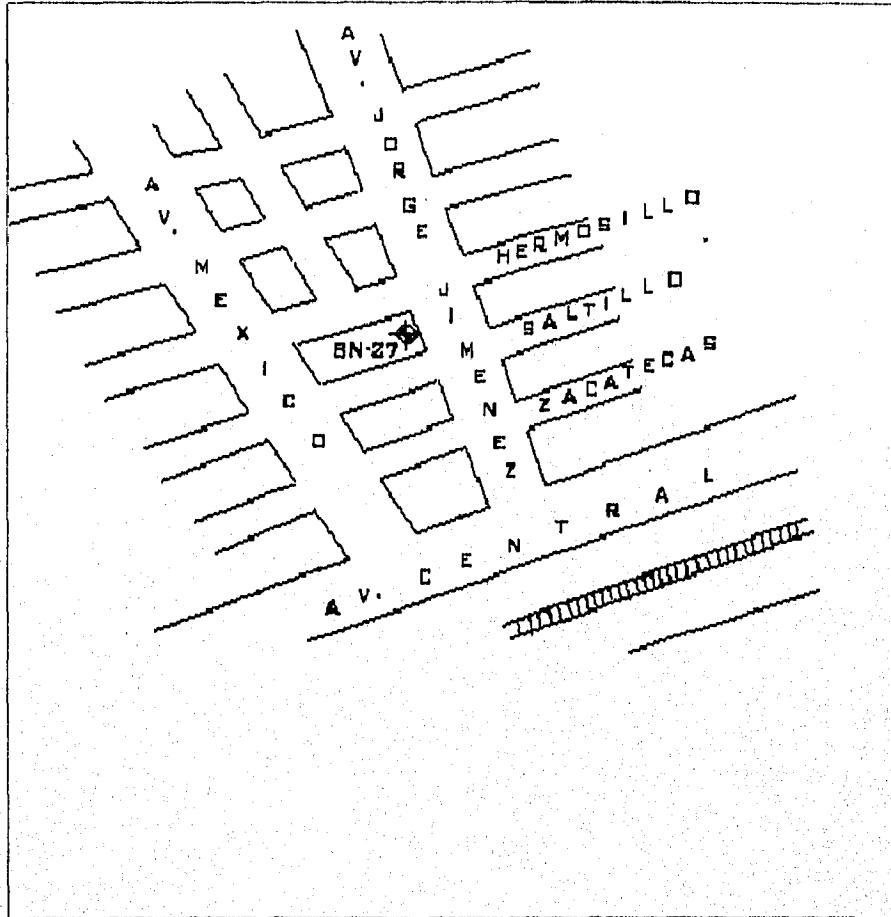
El proceso a seguir para la instalación de los BNF, es el que indico a continuación:

- Se realiza una perforación de 6" de diámetro hasta una profundidad de 1.20 m abajo del nivel máximo de excavación.
- Las paredes de la perforación se deberán estabilizar con lodo bentonítico.
- Previo al inicio de los trabajos, se deberá fabricar el "muerto" de concreto, dejando el extremo inferior del tubo de 1" de diámetro completamente embebido en toda la longitud del muerto.
- Se introducirá en la perforación el tubo en tramos de 1 m que se irán uniendo con coples a medida que se baje. Deberá cuidarse que el "muerto" se apoye por completo en el fondo de la perforación, por lo que se debe verificar que esté libre de azolves.
- Una vez colocado el BNF en la profundidad máxima, el espacio anular se rellenará con grava de 3/4" en toda su longitud.

CAPITULO IV. INSTRUMENTACION PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE

NOTAS IMPORTANTES:

- Las mediciones de las referencias superficiales deberán realizarse en horas en que la reverberación sea mínima a fin de obtener lecturas confiables.
- Todas las referencias deberán instalarse antes del inicio de la excavación.
- Las mediciones deberán calcularse y graficarse el mismo día en que se realizaron a fin de poder contar con dicha información en la obra en forma oportuna para la toma de decisiones.
- Los registros de los movimientos verticales en predios y apoyos del puente se representarán mediante curvas tiempo-deformación.
- Deberán revisarse el estado físico y el ajuste de todos los instrumentos de medición cada día.
- Las elevaciones están referidas al Banco de Nivel Superficial (BN-27), ubicado sobre clavo de acero en banqueta sur de Av. Jorge Jiménez Cantú a 27.70 m aproximadamente al poniente del cruce con calle Saltillo (ver croquis de ubicación).
- El origen de elevaciones están referidos al Banco Profundo de Atzacalco con elevación de 2245.008 m.s.n.m.



U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL

CAMPUS ARAGON

FIGURA IV.4 LOCALIZACION DEL BANCO DE NIVEL SUPERFICIAL (BN-27)

GENERALIDADES

Son aquellos trabajos que sin ser parte de la obra a ejecutar son obligados por interferir con el proceso de construcción de la obra o con la estructura de la misma.

Dentro de los trabajos que comprenden las obras inducidas será necesaria la realización de desvíos provisionales y definitivos, siendo los principales los concernientes a:

- a) Desvíos locales de líneas primarias de agua potable de 20 y 24" de diámetro para liberar los cajones de cimentación (C5, C6, C7, C8 y C9) por encontrarse sobre el camellón oriente y el cajón C4 en el poniente, respectivamente.
- b) Desvíos locales de líneas secundarias de agua potable de 4 y 6" de diámetro para liberar el cajón de cimentación C4 y la tubería de agua potable de 24" de diámetro (sifón vertical) en el cruce de la Av. Central y la Av. Jorge Jiménez Cantú, ambas en el poniente, respectivamente.
- c) Desvíos de colectores de 30 y 45 cm de diámetro paralelos al eje de trazo del puente que se ven afectados con los cajones de cimentación y con la vialidad sobre la Av. Central.
- d) Desvío de líneas de energía eléctrica sobre la Av. Central y el cruce con la Av. J.J.C. (poniente) y Av. Blvd. de los Continentes (oriente), ya descritos con anterioridad en el capítulo I.
- e) Existencia de instalaciones de Pemex, Ferrocarriles Nacionales y Teléfonos de México en los que no se requirió realizar desvíos, sin embargo, fué necesario tomar medidas de seguridad para evitar dañarlas con los trabajos de la obra. Para mayores detalles al respecto, consultar el capítulo I.

V.1 DESVIOS DE TUBERIAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS DE AGUA POTABLE

V.1.1 DESVIOS DE TUBERIAS PRIMARIAS DE AGUA POTABLE

Con referencia a los trabajos de obras inducidas será necesario realizar el desvío definitivo de dos líneas de conducción de agua potable que interfieren con la construcción y localización de los cajones de cimentación del puente vehicular y de la estación del metro.

En relación a lo anterior, será preciso reubicar la intersección de las tuberías por la afectación con el apoyo 7-8 (cajón C4, figura No. V.2, ver anexo) y el tramo comprendido entre los apoyos 9-10 (cajón C5) hasta el inicio de la rampa del lado oriente (figura No. V.1, ver anexo). En total son aproximadamente 40.0 m de tubería de 24" y 360.0 m de tubería de 20" de diámetro, requiriéndose de la construcción de un desvío vertical en tubería de acero para librar el cruce con la estación del metro.

Para la ejecución de los trabajos se requirió de las siguientes etapas constructivas:

EXCAVACION

Se descubren los sitios indicados como cruceros de conexión o pegues para encontrar la tubería a desviar, se determina la profundidad de la zanja que alojará la tubería, el ancho de la misma será de 1.20 m para la de 20" de diámetro y de 1.30 m para la de 24" de diámetro, además se marcará en el pavimento la trayectoria del desvío con la finalidad de detectar las interferencias con otras instalaciones municipales que no contempla el proyecto.

Fueron detectadas tres interferencias en la trayectoria del desvío del tramo de 24" de diámetro. La primera de ellas corresponde a la tubería de 6" de diámetro de agua potable que se conectará con el crucero 12 (figura No. V.3, ver anexo). Otra interferencia detectada es la atarjea de 30 cm de diámetro de la calle lateral de la Av. Central (lado poniente), misma que podrá evitarse por encontrarse a un nivel superior. Por último, la interferencia del desvío con las canalizaciones de teléfonos que se ubican en la acera norte (lado poniente), al igual que con la atarjea no se tienen problemas con los niveles. Para las dos últimas interferencias debido a los trabajos de excavación no fué necesario realizar colganteos o bien de manera provisional cortar el servicio de la atarjes de 30 cm.

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

CAPITULO V. OBRAS INDUCIDAS

Asimismo, se detectó sobre la acera sur de la Av. Jorge Jiménez Cantú (lado pte) un ducto de Pemex que deberá tenerse presente para cualquier trabajo que se realice en sus inmediaciones.

Una vez detectadas las interferencias, trazados el ancho y trayectoria de la zanja del desvío de la tubería de 24" de diámetro se procederá a realizar las excavaciones, utilizando equipo mecánico (retroexcavadora), la profundidad promedio de la excavación es de 2.50 m, se deberá tener especial cuidado en las zonas de cruce con otras instalaciones, excavando a mano en dichas zonas.

Se le dará un talud a las paredes de la zanja con una relación H:V de 0.3:1 para mayor seguridad de la excavación.

Por lo que respecta al tramo del desvío de la tubería de 20" de diámetro comprendida entre los cruceros 1 y 8, el procedimiento de excavación será similar, descubriendo los sitios de pegue para definir la profundidad de la zanja, se marcará el ancho, trayectoria de la zanja y se detectarán las interferencias con las instalaciones municipales.

Las interferencias detectadas en la trayectoria del desvío son las atarjeas pluviales de la Av. Central (cuatro atarjeas, lado poniente) que deberán considerarse en las excavaciones, los apoyos 7-8 (cajón C4, lado poniente), así como el cruce de la tubería con el colector de 1.52 m de diámetro ubicado en la calle Bosques de Asia y Av. Blvd. Bosques de los Continentes (figura No. V.4, ver anexo).

La excavación de la zanja será de 1.20 m de ancho por una profundidad promedio de 2.50 m, que una vez que se hayan detectado las interferencias podrá utilizarse equipo mecánico para su ejecución. Se dará un talud a las paredes de la zanja con relación 0.3:1.

Para el tramo de desvío comprendido entre los cruceros 3 y 6 (desvío vertical en tubería de acero) se deberá llevar acabo el siguiente procedimiento para realizar la excavación:

Se localizará la intersección del eje de trazo del metro con el del desvío de la tubería, se marcará el ancho de la estación y se verificarán los niveles de la subrasante (figura No. V.5, ver anexo). Para proceder a la excavación se deberán tener los tramos de tubería de acero pintados adecuadamente, para evitar tener abierta la excavación por más tiempo del recomendado (máximo 5 días).

La colocación del desvío vertical se propone se relice armando las piezas (tramos verticales y horizontales), por consiguiente, para poder colocarlo en el menor tiempo posible resulta conveniente realizar la excavación sin estructura de ademe, requiriéndose de tender las paredes de la excavación en talud con una relación H:V de 0.5:1. En caso de que se presenten grietas, deconchamientos o flujo de agua, se recomienda tender el talud a una relación 1:1 o bien ademar la excavación.

CAPITULO V. OBRAS INDUCIDAS

Es importante confinar la zona de obra, restringiendo el tránsito vehicular a cuando menos 3.0 m del límite de la excavación, así como dejar pasos peatonales señalados y confinados.

RELLENOS

Para realizar los rellenos de la zanja que alojará la tubería del desvío se seguirá el siguiente procedimiento, una vez efectuadas y aprobadas las pruebas de la misma.

Una vez alcanzada la profundidad de la excavación y nivelado el fondo de la misma, se colocará una cama de arena en espesor de 12 a 13 cm (para tubería de 20 a 24"). Posteriormente se procede al tendido de la tubería, excavando la zona de coples o juntas ("enconchar") para permitir el apoyo longitudinal de los tubos. Efectuado lo anterior, se procede al acostillamiento de la tubería con el mismo material de la cama y en espesores de 17 a 20 cm, respectivamente. A continuación se procederá a la colocación de las capas de relleno, compactándolas de manera manual con pisón metálico hasta cubrir cuando menos 20 cm por arriba del lomo del tubo, a partir del cual podrá utilizarse un compactador mecánico (bailarina) para las siguientes capas de relleno que serán de 20 cm de espesor compactadas al 95% de la prueba Próctor Estándar, utilizando material limo-arenoso (tepetate) producto de banco. Durante el tendido de la capa se le agregará el contenido de humedad apropiado para garantizar la compactación requerida.

En la zona de la zanja que cruza con la cimentación de la estación, esta se rellenará de manera similar a lo anteriormente descrito, pero compactando los rellenos a un 70% de la prueba Próctor Estándar, con lo cual se permitirá que al sufrir la estructura de la estación el proceso normal de asentamiento no se transmitan completamente los esfuerzos a la tubería, absorbiendo parte de ellos el relleno sobre la tubería. Los procesos de hundimiento no afectarán la tubería ya que no se dan de manera local sino regional.

COLOCACION DE LA TUBERIA

La colocación de la tubería se realizará a partir de los cruceros de pegue donde se definirá el nivel necesario que habrá de darse tanto al fondo de la excavación de la zanja como a la cama de arena, cuidando principalmente que exista la coincidencia de ejes entre las tuberías, así como también deberá cuidarse que la colocación se inicie en un crucero y se ajuste en el otro, estos ajustes no deberán ser menores a 1 m para una mejor operación y mantenimiento de

CAPITULO V. OBRAS INDUCIDAS

la tubería. Los trabajos deberán ser realizados por personal capacitado y además deberán ser supervisados por personal autorizado. Se deberán utilizar las gomas correctas entre las espigas y coples de los tubos, así como empaques de plomo en las uniones bridadas, así como tornillos y tuercas cadminizadas.

La tubería se irá instalando en el fondo de la zanja alineándola perfectamente (utilizando calzas), la deflexión máxima permisible en las juntas gibault y coples de unión es de 3°. Para deflexiones mayores utilizar piezas especiales.

Se deberán construir atraques de concreto reforzado en cada cambio de dirección, con una resistencia de $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$.

Es indispensable cuidar la correcta instalación de la tubería, rechazar los tubos que presenten daños, proteger los extremos de los tubos para evitar la entrada de materiales extraños (tierra, basura, etc.) o bien de animales e insectos, las protecciones serán tapas de madera o de plástico. El inicio del tendido de la tubería se cubrirá desde el comienzo de los trabajos, el otro extremo conforme se terminen los trabajos de la jornada. Asimismo, deberán cubrirse los tramos instalados con el material de relleno cuando menos 20 cm por arriba del lomo del tubo para evitar daños a la tubería.

Para el tendido de la tubería de desvío, existen puntos obligados que deberán tomarse en cuenta, como son los niveles del cruce bajo la estación con el desvío vertical de acero, el cruce con el colector de la calle Bosques de Arabia y principalmente los sitios de pegue.

El desvío vertical en acero, deberá procurarse realizarlo lo más completo que pueda efectuarse para evitar realizar soldaduras en el fondo de la zanja, todas las soldaduras sin excepción deberán verificarse con pruebas radiográficas. Se recomienda pintar previamente a su colocación la tubería de acero, dajando sin pintar aproximadamente 15 cm los extremos que vayan a soldarse en la colocación, los cuales se pintarán con brocha una vez que se hayan aprobado las soldaduras.

Una vez colocado completamente el desvío vertical en acero hasta los tramos con extremo liso donde se unirá mediante las juntas mecánicas a los tramos de asbesto-cemento, se recomienda llevar un estricto control en la nivelación de la colocación de estas zonas de unión ya que al igual que para los sitios de pegue en estas zonas de unión deberán coincidir tanto en alineamiento vertical como horizontal los extremos, puesto que la finalidad de la junta mecánica será absorber movimientos durante la operación de la tubería y si desde su construcción se dejan al límite ya no funcionarán como se tienen proyectadas. Por lo tanto, si las condiciones del programa de obra lo permiten se recomienda construir primeramente el desvío vertical en acero y posteriormente continuar con la colocación de los tramos de asbesto-cemento a partir de los extremos del desvío vertical, hasta los sitios de pegue o según convenga el ajuste de tubería.

CAPITULO V. OBRAS INDUCIDAS

PRUEBA HIDROSTATICA

El procedimiento para la ejecución de la prueba hidrostática requiere que una vez tendida la tubería entre los cruceros de pegue se coloquen las extremidades con tapa ciega en los extremos del tramo de prueba, se construyan los atraques provisionales para la prueba a fin de garantizar el comportamiento adecuado de la tubería y por consiguiente la correcta ejecución de la prueba.

Las operaciones de colocación de la tubería, piezas especiales, válvulas, atraques, etc., deberán ser de tal calidad que dejen las conexiones herméticas, para lo cual se inspeccionará la obra en cuanto a instalación y junteo, además se apreciará la formación de fugas en el tramo instalado.

La prueba se realizará dentro de los tres primeros días después de terminada la instalación del tramo. En caso de que los atraques se hayan hecho de concreto normal, la prueba se hará después de 5 días de haber colocado el último atraque del tramo correspondiente.

La presión de prueba debe ser de 150% de la presión normal de trabajo de la tubería, es decir, 15 Kg/cm² (para este caso) y se mantendrá por un periodo de 6 horas durante el cual no deberá haber pérdidas del volumen del fluido y de presión.

Posteriormente se colocarán las abrazaderas de inserción para efectuar el llenado y purga de la tubería, asimismo se verificará el llenado completo de la tubería mediante las válvulas de purga instaladas en las secciones de manómetros.

El tramo que se va a probar se llenará lentamente de agua a la presión indicada de prueba, el fluido de inyección se suministrará mediante una bomba de prueba que garantice adecuadas condiciones de trabajo.

Durante la fase de inyección, las lecturas en los manómetros deberán ser siempre con incremento ya que bajo esta condición se verifica la "purga" adecuada del tramo.

Durante esta fase deberá efectuarse la medición del volumen de inyección del fluido, utilizando para tal fin un aforador de gasto. Se llevará un registro de los incrementos de presión, tiempo de lectura, variación de la presión, etc.

Antes de aplicar la presión se expulsará todo el aire del tramo a probar, si dicho tramo no tiene válvula de aire se realizarán las perforaciones necesarias en los puntos elevados de la tubería y se colocarán tapones herméticos después de expulsado el aire.

En general el agua necesaria para las pruebas podrá tomarse en forma adecuada de las instalaciones existentes y con aprobación previa de O.D.A.P.A.S (Organismo Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento). En caso de que no hubiese agua el día de la prueba, el contratista suministrará algún medio aprobado para su abastecimiento.

CAPITULO V. OBRAS INDUCIDAS

Todos los tubos, piezas especiales, válvulas, juntas, etc., se examinarán cuidadosamente durante la prueba. Cualquier material defectuoso o dañado que se descubra al afectar la prueba deberá ser removido y reemplazado convenientemente.

Todos los trabajos deberán ser supervisados por el personal autorizado.

PRUEBA DE DESINFECCION

Es obligatorio efectuar la prueba de desinfección del tramo de la tubería, para lo cual se aprovecha el llenado de la tubería de la prueba hidrostática para agregar la solución de hipoclorito de sodio a una concentración del 13% para cumplir con los requerimientos establecidos para la prueba de desinfección que son de 50 p.p.m., por lo tanto, bajo estas condiciones se deberán agregar 0.05 gramos por litro de agua (50 mg/lt). Lleno el tramo por desinfectar, se dejará por un período de 6 a 24 horas de acuerdo con lo que indique O.D.A.P.A.S., debiéndose reponer el agua que se pierde por fugas, procurando que una bomba equilibre la cantidad de mezcla desinfectante.

Se tomarán muestras de agua en los extremos del tramo de prueba posteriormente a la ejecución y aprobación de la prueba hidrostática y antes del vaciado de la tubería. Las muestras serán de aproximadamente 500 ml y se almacenarán en recipientes de plástico con tapa para su análisis en laboratorio de donde se tomarán los parámetros de calidad (ph y p.p.m. de hipoclorito) para determinar la suficiencia de la prueba de desinfección.

En caso de no cumplir con las mínimas recomendables deberá efectuarse nuevamente la prueba, por lo tanto, se recomienda no vaciar la tubería hasta que no se haya aprobado la prueba de desinfección.

Para aceptar definitivamente un tramo de tubería una vez aprobado por desinfección y por el laboratorio de O.D.A.P.A.S., se enjuagará hasta que desaparezca el olor a cloro.

Todos los trabajos deberán ser supervisados por personal autorizado.

CONSTRUCCION DE CRUCEROS

Se recomienda armarlos al pie del sitio de colocación con sus empaques y tornillos adecuadamente colocados, medir los perímetros de las extremidades y espigas de tubos para colocar las gomas correctas, presentando por consiguiente las bridas y barriles de las juntas gibault. Se deberán hacer los ajustes necesarios en el tramo del desvío para que el crucero quede perfectamente

CAPITULO V. OBRAS INDUCIDAS

alineado y nivelado, por ningún motivo se deberá permitir que las válvulas queden inclinadas ya que esto repercute en inconvenientes para el personal de operación hidráulica.

Los ajustes durante la maniobra de pegue se harán exclusivamente en los tramos de tubos rectos para hacer coincidir el crucero con la tubería existente y la del desvío. Estos tramos de ajuste deberán ser de cuando menos 1 m de longitud, no se permiten tramos muy cortos.

Las piezas deberán cumplir con la Norma de la D.G.C.O.H. y serán de fo.fo. brida ASA 125 P.S.I. (8.9 Kg/cm²) o de acero cédula 40.

CONSTRUCCION DE CAJAS DE AGUA POTABLE

La construcción de cajas de agua potable para los cruceros se construirán una vez que se haya colocado la tubería del desvío, construyendo previamente a la maniobra del pegue la losa de fondo y muros laterales, quedando pendiente la losa tapa para permitir una mayor facilidad de trabajos durante la maniobra.

Así para la caja del crucero No. 11 podrá construirse la losa de fondo y muros laterales, debiéndose tener especial cuidado durante las excavaciones debido a la existencia de los ductos de Pemex ubicados en la acera sur de la Av. Jorge Jiménez Cantú (lado pte). De igual manera podrá construirse la caja del crucero No. 12, es recomendable no dejar adheridas al concreto de los muros las tuberías, debiéndose dejar una holgura máxima de 10 cm entre el tubo y el muro que forzosamente deberá retacarse con madera y/o concreto simple.

Las cajas de los cruceros Nos. 3 y 6 podrán construirse en su totalidad una vez que se hayan colocado totalmente las piezas, construyendo la losa de fondo, muros laterales y losa tapa, dejando las preparaciones necesarias (conectores) para ligar los atraques de los cambios de dirección a la caja. Se dejará una holgura perimetral entre la tubería y el muro de la caja únicamente en la salida de los tubos que se unen con las juntas mecánicas.

Es necesario que una vez colocada la tubería de acero, se efectúen los rellenos dejando únicamente las zonas para construir las cajas que una vez terminadas se realizarán los rellenos perimetrales. Es recomendable procurar realizar los trabajos en el menor tiempo posible para evitar mantener abiertas por mucho tiempo las excavaciones.

CAPITULO V. OBRAS INDUCIDAS

CONEXION DEL DESVIO (MANIOBRA DE PEGUES)

Para realizar la maniobra de "pegues" es necesario tener la autorización oficial de la dependencia encargada de la operación de la infraestructura de agua potable (O.D.A.P.A.S.). El tiempo normal para la ejecución de los pegues varía entre 6 y 8 horas máximo.

Una vez que se han concluido y revisado las etapas antes descritas, se estará en condiciones de realizar la maniobra de conexión del desvío, debiéndose presentar un programa de ejecución de trabajos donde se desglose el tiempo de cada actividad, materiales y equipos a emplear, personal que ejecutará la maniobra, etc. Una vez aprobado, se solicitará a la dependencia la autorización y programación de la fecha de pegue, esta solicitud será cuando menos 48 horas antes de la fecha estimada de la maniobra.

Autorizado el pegue y habiéndose cerrado las válvulas, se romperá el tubo existente para desfogarlo canalizando el agua hacia algún drenaje existente o bien hacia algún cárcamo para extraerla mediante equipos de bombeo. Los trabajos continuarán con el corte del tubo hasta donde se haya marcado, se recomienda hacerlo con arco y segueta, aunque puede usarse equipo de corte. Se preparan los extremos, se bajará el crucero armado alineándolo y calzándolo perfectamente, se miden y cortan los tramos de tubo uniéndolos mediante juntas gibault adecuadamente acopladas verificando que las gomas estén correctamente colocadas, además se colocarán los tornillos y tuercas apretándolas de forma alternada.

Se construirán los atraques definitivos y para restablecer el servicio, se colocarán atraques provisionales a base de polines o tubos de acero apoyados a las paredes de la caja o de la excavación, utilizando tablones, placas y cuñas de retaque.

Culminando los trabajos con rellenos compactados entre la caja y el terreno, en las zanjas, etc., para mejorar las condiciones de soporte y transmisión de empujes. Se revisarán los trabajos conjuntamente con personal autorizado de la dependencia para proceder al retablecimiento del servicio, donde se comprobará la correcta ejecución de la maniobra y hacer los ajustes necesarios.

Los trabajos terminarán con la colocación de los rellenos faltantes y construcción de la losa tapa de acuerdo a proyecto.

V.1.2 DESVIOS DE TUBERIAS SECUNDARIAS DE AGUA POTABLE

Será necesario realizar el desvío definitivo de dos líneas de conducción de agua potable que interfieren con la construcción de los cajones de cimentación del puente vehicular.

Los desvíos de líneas secundarias de agua potable de 4 y 6" de diámetro librarán el cajón de cimentación C4 y la tubería de agua potable de 24" de diámetro (sifón vertical) en el cruce de la Av. Central y la Av. Jorge Jiménez Cantú, ambas en el poniente, respectivamente.

La tubería de conducción de 4" de diámetro es de PVC, mientras que la de 6" es de asbesto-cemento clase A-7.

Generalmente, las líneas secundarias de agua potable se detectan hasta el desarrollo mismo de la obra. Es común que estas líneas se encuentren a profundidades de entre 0.80 m hasta 2.50 m, por lo que las excavaciones deberán efectuarse en forma manual.

Aclarado lo anterior, a continuación describiré el proceso constructivo de los desvíos de manera muy general, debido a que la ejecución de los trabajos es similar al anteriormente descrito de tubería primaria, por lo que sólo citaré las características principales de estos desvíos.

Para la ejecución de los trabajos se procedió de la siguiente manera:

La zanja donde se alojará la tubería debe realizarse con equipo manual, esto con el fin de descubrir instalaciones municipales que no contempla el proyecto, tal es el caso de Líneas de Telmex, tomas domiciliarias y Líneas de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, entre otras. La excavación será de una profundidad mínima de 1 m bajo en nivel del terreno natural para la tubería de 4" y 1.10 m para la de 6", mientras que el ancho de la zanja será de 0.60 y 0.70 m, respectivamente.

En ambos casos se colocará una plantilla de arena de 10 cm de espesor.

Posteriormente se procederá a realizar el alojamiento de la tubería con sus piezas especiales marcadas en proyecto, en los puntos de deflexión de las tuberías se procederá a la construcción de los atraques correspondientes a la tubería del diámetro de que se trate con un concreto de resistencia $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$.

Antes de efectuar el desvío y/o pegue de la línea de conducción será necesario efectuar las siguientes pruebas:

CAPITULO V. OBRAS INDUCIDAS

PRUEBA HIDROSTATICA

Las operaciones de colocación de la tubería, piezas especiales, válvulas, atraques, etc., deberán ser de tal calidad que deje las conexiones herméticas, por tal motivo, se inspeccionará la obra en cuanto a instalación y junteo, además se apreciará la formación de fugas en el tramo instalado.

La prueba se realizará dentro de los tres primeros días después de terminada la instalación del tramo. En caso de que los atraques se hayan hecho de concreto normal, las pruebas se harán después de cinco días de haber colocado el último atraque del tramo correspondiente.

La presión de prueba debe ser de 150% de la presión normal de trabajo de la tubería, es decir, 10.50 Kg/cm² y se mantendrá por un período de 6 horas.

El tramo que se va a probar se llenará lentamente de agua a la presión indicada de prueba, se aplicará con una bomba conectada a la tubería de manera satisfactoria y con aprobación de O.D.A.P.A.S.

Antes de aplicar la presión se expulsará todo el aire del tramo a probar, si dicho tramo no tiene la válvula de aire se realizarán las perforaciones necesarias en los puntos elevados de la tubería y se colocarán tapones herméticos después de expulsado el aire.

Todos los tubos, piezas especiales, válvulas, juntas, etc., se examinarán cuidadosamente durante la prueba, cualquier material defectuoso que se descubra al efectuar la prueba deberá ser removido y reemplazado convenientemente, repitiendo la prueba cuantas veces sea necesario.

En general, el agua necesaria para las pruebas podrá tomarse en forma adecuada de las instalaciones existentes y con aprobación previa de O.D.A.P.A.S. En caso de que no hubiese agua el día de la prueba, el contratista suministrará algún medio aprobado para su abastecimiento.

PRUEBA DE DESINFECCION

Es obligatorio realizar la prueba de desinfección del tramo de la tubería, para lo cual se aprovecha el llenado de la tubería de prueba hidrostática para agregar la solución de hipoclorito de sodio a una concentración del 13% para cumplir con los requerimientos establecidos para la prueba de desinfección que son de 50 p.p.m., por lo tanto, bajo estas condiciones se deberán agregar 0.05 gr/lt de agua (50 mg/lt). Lleno el tramo por desinfectar, se dejará por un período de 6 a 24 horas de acuerdo con lo que indique O.D.A.P.A.S., debiéndose reponer el agua que se pierde por fugas, procurando que una bomba equilibre la cantidad de mezcla desinfectante.

CAPITULO V. OBRAS INDUCIDAS

Se tomarán muestras de agua en los extremos del tramo de prueba posteriormente a la ejecución y aprobación de la prueba hidrostática y antes del vaciado de la tubería. Las muestras serán de aproximadamente 500 ml y se almacenarán en recipientes de plástico con tapa para su análisis en laboratorio donde se tomarán los parámetros de calidad (ph y p.p.m. de hipoclorito) para determinar la suficiencia de la prueba de desinfección.

Para aceptar definitivamente un tramo de tubería una vez aprobado por desinfección y por el laboratorio de O.D.A.P.A.S., se enjuagará hasta que desaparezca el olor a cloro.

Después de haberse realizado las pruebas anteriores, se procede a realizar el pegue definitivo con la línea de abastecimiento existente, previendo que se tengan durante la realización de este trabajo bombas autocebantes para abatir el nivel de aguas que se presentará con la ruptura de la tubería existente para realizar el pegue.

Una vez verificado el correcto funcionamiento de la nueva línea de conducción, se procede a ejecutar los rellenos correspondientes con material de banco limo-arenoso (tepetate).

Los rellenos se harán en capas no mayores de 20 cm de espesor compactados con equipo manual al 95% de la prueba Próctor Estándar.

Para mayores detalles acerca de la ejecución de los trabajos del desvío de líneas secundarias, revisar desvíos de líneas primarias de agua potable ya que el proceso constructivo es similar, como cité inicialmente.

V.2 DESVIOS DE COLECTORES

GENERALIDADES

Referente al desvío de colectores de 30 y 45 cm de diámetro, localizados a lo largo del eje longitudinal del puente en ambos lados de las aceras y sobre la vialidad de la Av. Central, interfieren con los cajones de cimentación siendo necesario que su reubicación sea de carácter permanente de acuerdo al proyecto.

La ejecución de los trabajos seguirá las siguientes etapas constructivas.

CAPITULO V. OBRAS INDUCIDAS

EXCAVACION DE LA ZANJA PARA ALOJAR LA TUBERIA

Antes de suspender el servicio de los tramos de colectores correspondientes a las zonas de construcción deberán efectuarse los trabajos referentes al desvío de los tramos del colector en uso para garantizar la continuidad del servicio.

El inicio de los trabajos para el desvío de una atarjea comienza con la excavación en los sitios de conexión donde se localizará la tubería existente, se medirá el diámetro, con lo cual se estará en condiciones de autorizar el suministro de tubos.

Con el suministro de tubería en la obra y sólo entonces se procederá a la excavación de la zanja que alojará la tubería. El ancho de la zanja para los colectores de 30 y 45 cm fué de 0.75 y 1.0 m, respectivamente.

Se comenzará con la excavación de aguas abajo hacia aguas arriba, es decir, desde el pozo de llegada hacia el pozos de salida.

La excavación para la colocación de los tramos de tuberías que conformarán los colectores se efectuará a cielo abierto entre una estructura de contención.

Definida el área de excavación del tramo por atacar, se excavará con equipo manual hasta una profundidad de 1.50 m con el fin de localizar instalaciones municipales que pudieran existir, descubrirlas para darles la protección adecuada y no dañarlas. Se continuará con la excavación y a medida que esta progrese deberán colocarse los tablones, las vigas madrina y los puntales que conformarán la estructura de contención. Asimismo, se irá colocando la plantilla para proceder al tendido de los tubos, siempre de aguas abajo hacia aguas arriba. Se recomienda ir llevando la zanja en tramos de longitud tal que vaya acorde con el avance en la colocación de la tubería y los rellenos.

Los avances de excavación serán de 5 m de longitud con un talud de avance en el frente de excavación de 0.75:1 horizontal a vertical. No podrá iniciarse un nuevo avance si en el inmediato anterior no se ha colocado la plantilla de tezontle y dos avances atrás se haya colocado la tubería y las dos primeras capas de relleno que deberán cubrir totalmente la tubería.

PROTECCION DE LA EXCAVACION

Debido a que las excavaciones se realizaron en suelos arcillosos poco limosos de alta compresibilidad y altamente saturados, se requirió de un sistema de ademe provisional en las paredes. En los tramos en los que la profundidad de excavación sea mayor de 2 m y menor de 3.5 m, será preciso utilizar el sistema de ademe.

CAPITULO V. O B R A S I N D U C I D A S

Asimismo, las excavaciones no deberán estar expuestas por más de 5 días, debiéndose confinar en toda su longitud, dejándose pasos peatonales, así como restringir el tránsito vehicular cuando menos 3 m del límite de la excavación.

Se deberá contar con dos juegos de estructura del ademe, los cuales se irán colocando conforme se vaya avanzando en la excavación y rellenos.

Las estructuras provisionales de ademe consistirán básicamente de polines verticales de 4"x4" o 6"x6" que servirán de puntales, se recomienda que vayan empotrados al menos 0.80 m en el fondo de la excavación y que sobresalgan 0.50 m del nivel superior de la zanja. Estos polines irán espaciados a cada 2 m como máximo e irán contraventeados con polines de 4"x4" o 6"x6" (horizontales) que tendrán la función de un troquel llamados "madrinas", estos deberán apoyarse en las caras interiores de los polines verticales calzándose perfectamente con cuñas de retaque y fijándose con cachetes de madera a las caras laterales. Estos marcos servirán para contener la estructura en sí del ademe que consiste en tabones de 10'x1'x2" colocados verticalmente a lo largo de la pared de la excavación con polines horizontales de 4"x4", llamados "largueros" que irán espaciados de tal manera que resulte una división de tercios de la profundidad de la zanja (figura No. V.6).

En caso de filtraciones de nivel freático, anegación por lluvia de las zanjas, etc., es recomendable construir pequeños cárcamos de bombeo para desalojar el agua mediante equipos y ejecutar los trabajos adecuadamente.

R E L L E N O S

Una vez alcanzada la profundidad de la excavación deberá nivelarse el fondo de la zanja retirando piedras y cualquier arista que pueda interferir con la correcta realización de los trabajos, se procederá a la colocación de la cama de tezontle con espesor de 12 y 16 cm, las cuales se compactan manualmente con pisón metálico para las atarjeas de 30 y 45 cm de diámetro, respectivamente. Posteriormente se coloca la tubería excavando las zonas de las campanas (juntas) para permitir el apoyo longitudinal de los tubos, estos deberán colocarse de aguas abajo hacia aguas arriba, es decir, las espigas se irán insertando en las campanas. El acostillamiento de la tubería se realizará con el mismo material de la cama, de tal manera que la tubería quede perfectamente confinada para evitar movimientos durante la colocación de los rellenos, los cuales se harán en capas de 20 cm de espesor compactadas al 95% de la prueba Próctor Estándar utilizando material limo-arenoso producto de banco.

CAPITULO V. OBRAS INDUCIDAS

La compactación de los rellenos se realizará de manera manual con pisón de mano en las zonas laterales a la tubería y hasta cubrir cuando menos 20 cm por arriba del lomo del tubo, continuando con la colocación del relleno en capas y compactando con pisón metálico (bailarina). El proceso de relleno se continuará hasta que alcance el nivel de sub-base donde se procederá a restituir el pavimento en las zonas donde haya sido afectado.

Conforme avance el relleno se iniciará la extracción de todos los elementos que integran la estructura de contención. Los puntales se retiran cuando el relleno alcance sus puntos de aplicación.

CONSTRUCCION DE POZOS DE VISITA

En la construcción de los pozos de visita se debe marcar con cal el perímetro exterior de la base del pozo, se verifica que no haya interferencias con otras instalaciones municipales, así como también no deberán quedar excéntricos de manera que dificulten los trabajos de mantenimiento durante la operación de las atarjeas.

Hecho lo anterior, se procede a la excavación del sitio del pozo de visita, cuidando que quede centrado en la intersección de los ejes de las tuberías de llegada y de salida, construyendo la base de mampostería de piedra braza acomodada, sobre la cual se comenzarán a asentar las hiladas de tabique. Los tubos se acomodarán y quedarán perfectamente embebidos con concreto simple en los muros del pozo. Una vez alcanzada la altura superior de los tubos, se recomienda colar una losa de concreto simple sobre los tubos para apoyo de los tabiques de la chimenea.

Se recomienda que durante el tendido de la tubería en la zona de los pozos de visita se realice de manera continua construyendo el pozo alrededor de la tubería para que una vez terminada la construcción del desvío se rompan los lomos del tubo del interior de los pozos, con esto se evita que caigan y se acumulen basura, cascajo, etc., asimismo los tubos servirán de cimbra para la construcción de la media caña para el encauzamiento de los escurrimientos.

Se detallará el interior de los pozos de visita efectuando el aplanado con mortero, se darán las pendientes de escurrimiento de las medias cañas y se colocarán los escalones de acceso de fierro fundido.

Es muy importante efectuar adecuadamente los rellenos entre la excavación y la pared del pozo de visita, principalmente en la zona del brocal (tapa) compactando perfectamente al 95% de la prueba Próctor Estándar para evitar que se desarrollen asentamientos posteriores que comiencen a dejar por arriba del nivel de vialidad al brocal, con la consiguiente molestia para los vehículos.

CAPITULO V. OBRAS INDUCIDAS

Se recomienda asentar correctamente el brocal, sea de fierro fundido o de concreto, construyendo un anillo de concreto simple $f'c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ con la arista superior externa redondeada y permitir que la totalidad del espesor de la carpeta asfáltica cubra el contorno del brocal del pozo de visita.

CONEXION DEL DESVIO

Los trabajos de conexión del desvío consistirán en la construcción de los taponamientos de concreto en el inicio y terminación del tramo de tubería que quedará fuera de servicio, siendo recomendable realizarlas tanto por el interior de los pozos como por fuera de ellos, para lo cual será necesario dejar descubierta la zona adyacente a los pozos de conexión del desvío, de tal manera que durante la maniobra se desligue la atarjea que quedará fuera de servicio de la del desvío aprovechando estos trabajos para retacar la salida del pozo con concreto simple para formar el taponamiento.

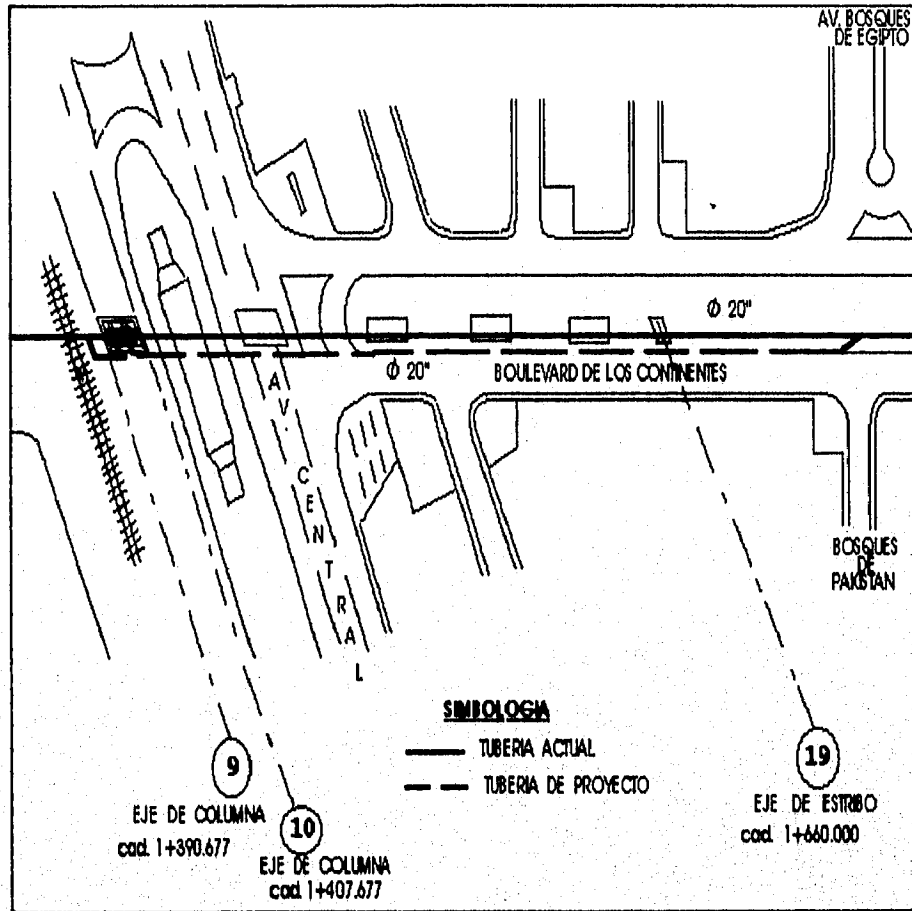
El desligue del tubo que quedará fuera de servicio de los pozos de conexión es recomendable debido a que cuando se realizan las excavaciones de las estructuras que motivaron el desvío, se utiliza maquinaria y generalmente no se tiene cuidado en cortar de manera manual la tubería, por lo que en ocasiones se llega a dañar el taponamiento con las consecuencias que esto implica para la obra.

CONTROL DE FILTRACIONES

El agua producto de las filtraciones que se presenten durante la excavación se controlará por medio de pequeños cárcamos rellenos de grava para evitar el arrastre de finos construidos a lo largo del eje longitudinal de la excavación comunicados entre sí por medio de zanjas y desde los cuales se extraerá el agua por medio de bombas autocebantes.

La extracción del agua se deberá relizar con un número suficiente de bombas de tal manera que el fondo de la excavación permanezca siempre estanco.

A N E X O
D E
F I G U R A S



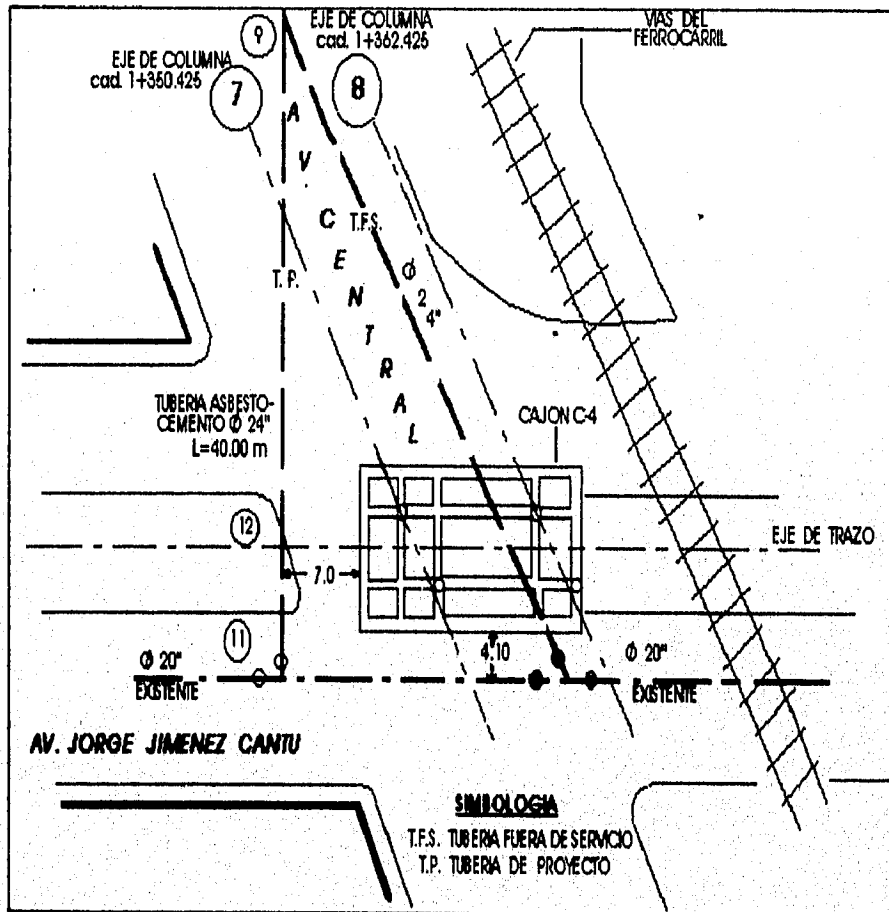
U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL

CAMPUS ARAGON

FIGURA V.1 DESVIO DE TUBERIA DE AGUA POTABLE DIAMETRO 20"
POR AFECTACION DEL PUENTE VEHICULAR

CAPITULO V. OBRAS INDUCIDAS



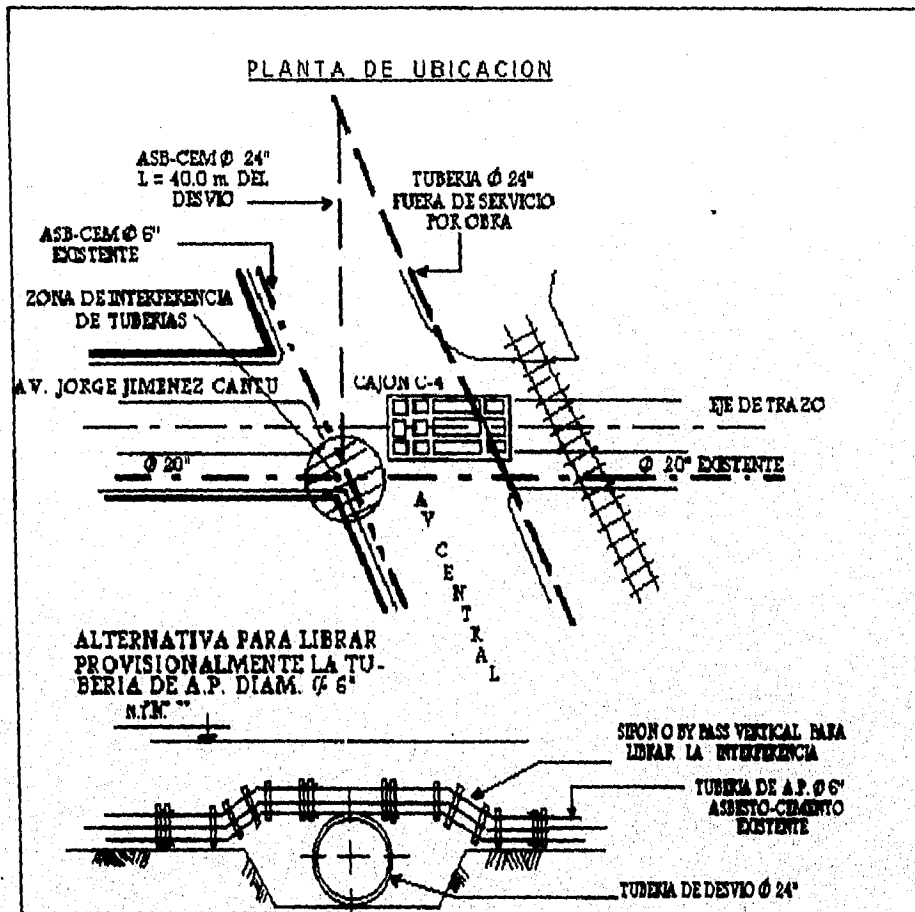
U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL

CAMPUS ARAGON

FIGURA V.2 DESVIO DE TUBERIA DE AGUA POTABLE DIAMETRO 24"

PDR AFECTACION CON APOYO 7 Y 8



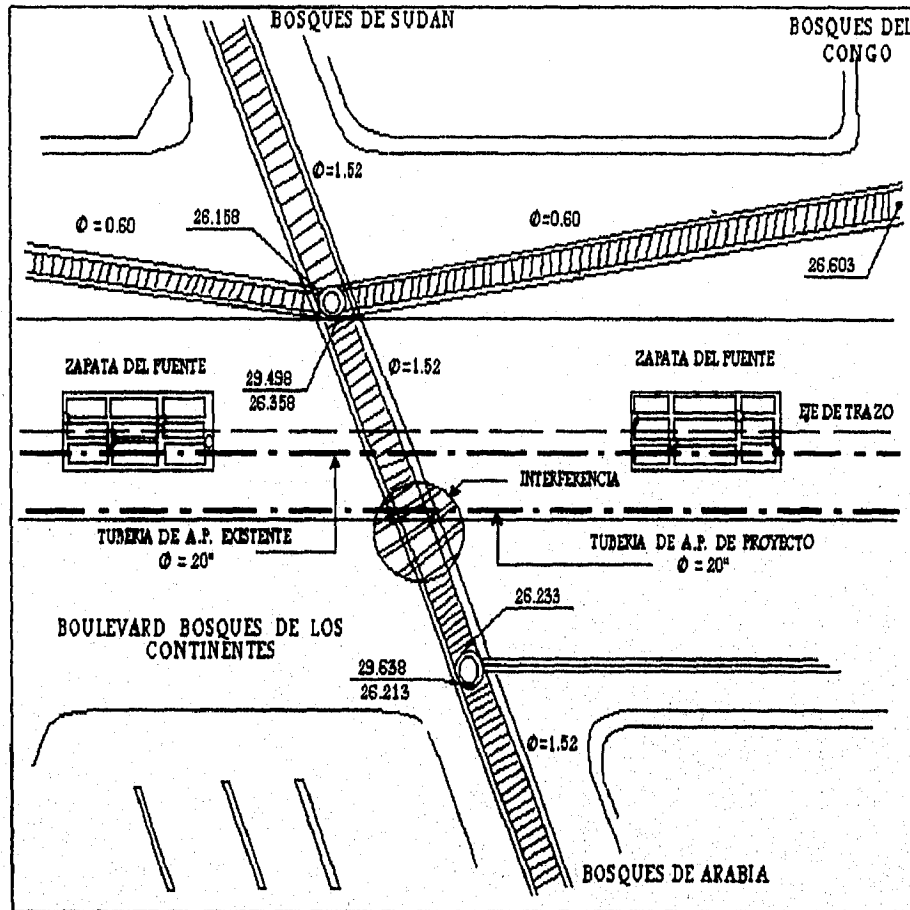
U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL

CAMPUS ARAGON

FIGURA V.3 INTERFERENCIAS DETECTADAS

CAPITULO V. OBRAS INDUCIDAS



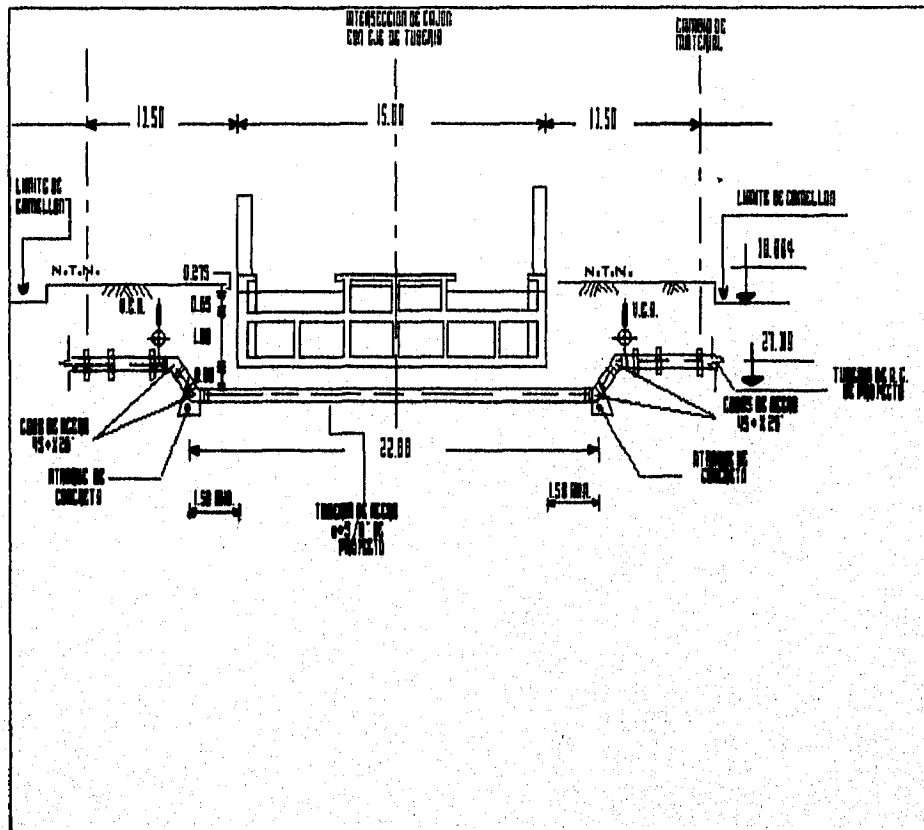
U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL

CAMPUS ARAGON

FIGURA V.4 INTERFERENCIA DETECTADA CON EL COLECTOR DE DIAMETRO 1.52 M.

CAPITULO V. OBRAS INDUCIDAS



U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL

CAMPUS ARAGON

FIGURA V.5 DESVIO VERTICAL EN TUBERIA DE ACERO PARA LIBRAR EL CRUCE CON LA ESTACION DEL METRO

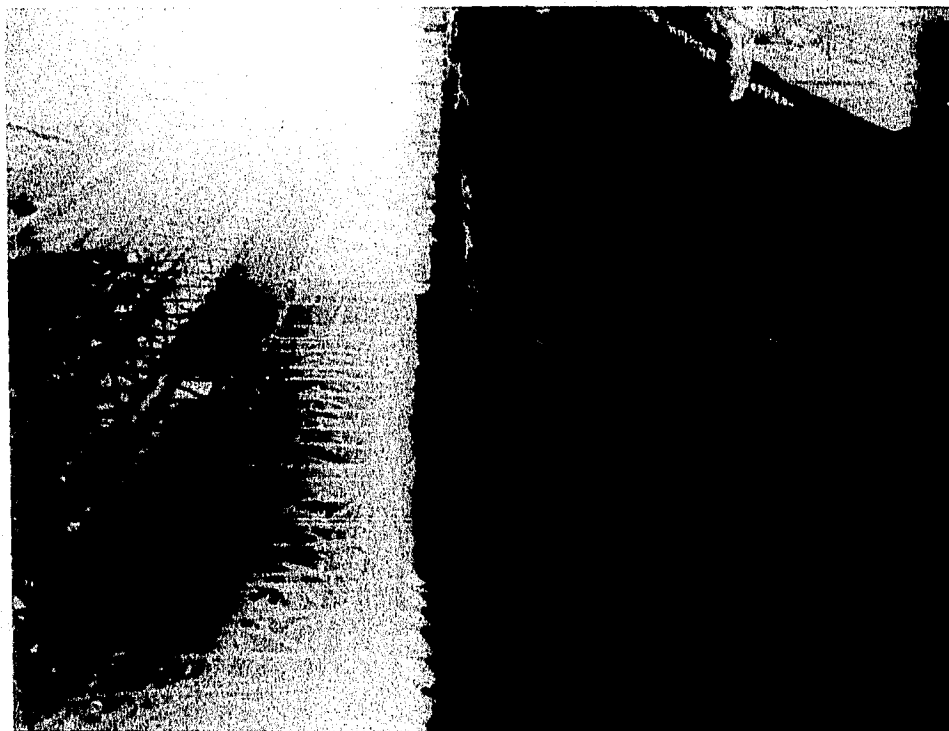
VI.1 PROCESO CONSTRUCTIVO DE PILOTES

Los pilotes son elementos que forman parte de la cimentación de la estructura del puente, que son hincados en el terreno con el propósito de transmitirle las cargas y peso propio del puente.

La fabricación de estos elementos se ajustará a las normas de los materiales que los integran. Además, es necesario contar con una área donde se elaborarán dos planchas de concreto con espesor de 15 cm sobre una capa de tepetate de 20 cm de espesor, teniendo como objetivo uniformizar en forma horizontal dicha área. Las planchas deberán cumplir con las dimensiones óptimas que en este caso particular fueron de 30 m de largo y 7 m de ancho.

Los pilotes tendrán una sección cuadrada de 0.50 x 0.50 m y una longitud total de 29.5 m, formados por dos tramos de 15.0 y 14.5 m (inferior y superior, respectivamente) unidos mediante placas metálicas de dimensiones 50x50x1.91 cm y 46x46x1.91 cm, respectivamente.

El armado será longitudinal, transversal y helicoidal de acuerdo a lo indicado en los planos de proyecto. Todo el acero de refuerzo deberá estar libre de óxido, grasa u otras sustancias que puedan impedir una buena adherencia con el concreto. Este proceso se realizará en un lugar donde se cuente con la mayor área posible para abastecer a la zona de colado.



CAPITULO VI. O B R A C I V I L

El concreto empleado tendrá una resistencia $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ elaborado en planta, con el fin de garantizar la calidad del mismo.

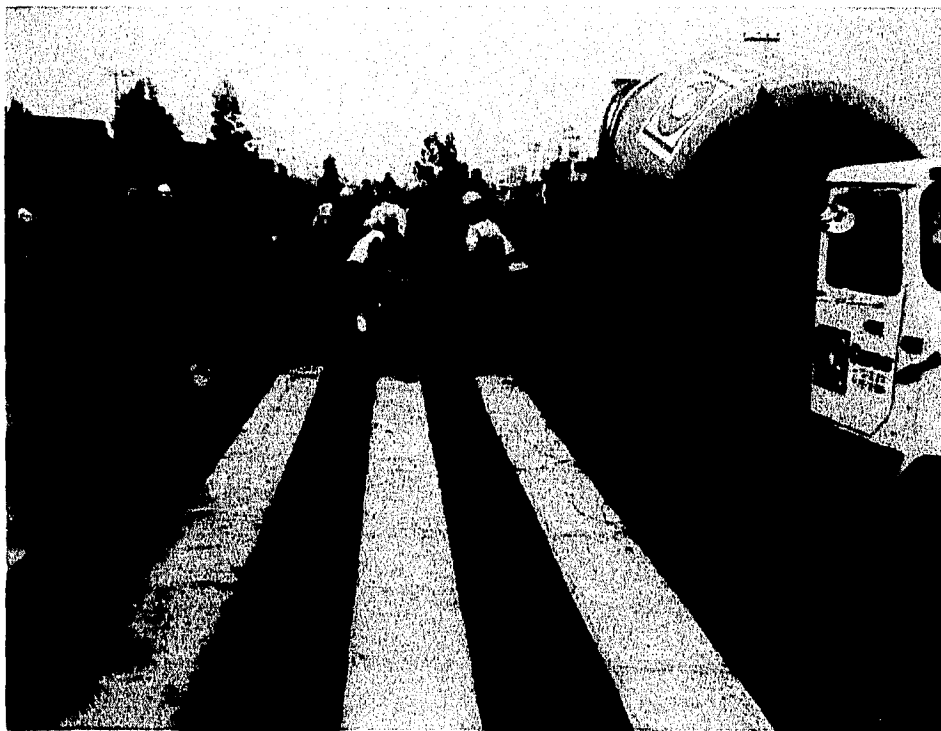
Por otro lado, en las planchas que alojarán a 13 pilotes se realizan los trabajos de cimbrado en forma intercalada para minimizar el área en donde se colocarán los pilotes armados tras previa supervisión.

La cimbra o molde se realizará teniendo en cuenta lo siguiente:

Los soportes de los moldes se colocarán sobre estacas hincadas en el piso, éstas se distribuirán convenientemente para asegurar un correcto soporte de los moldes. Las aristas de los moldes serán achaflanadas con dimensión de 2 cm.

La desviación máxima admisible del eje longitudinal del pilote con respecto a la línea recta trazada desde el centro de la cabeza no excederá de 5 mm por cada 7 m de longitud del pilote.

El colado del pilote se efectuará en forma continua y en una sola operación, se compactará con vibrador y el colado deberá hacerse en posición horizontal.



Los pilotes no se deberán mover de su lugar de colado sino hasta que hayan adquirido el 80% de su resistencia de proyecto, es decir, a los 21 días.

Los moldes laterales podrán retirarse tan pronto como el concreto haya alcanzado una dureza suficiente para asegurar que no será perjudicado por esta operación. Durante este proceso el pilote no deberá moverse de sus soportes.

CAPITULO VI. O B R A C I V I L

No se hincará ningún pilote con edad menor de 28 días y en tiempo frío durante un tiempo mayor. Deberán ser curados adecuadamente hasta que alcancen la edad para su hincado.

Este proceso se repetirá complementando así la primera cama de 13 pilotes. En cada plancha se podrán colar hasta 3 camas. Antes de retirar los tramos de pilotes de la cama de colado deberán numerarse a fin de identificarlos correctamente durante el hincado y no tener problemas al soldar las placas.

El manejo de los pilotes durante el proceso de remoción de formas, curado, almacenamiento y transporte, se hará a manera de evitar esfuerzos de flexión excesivos, rupturas, descascamientos y otros efectos dañinos.

Los pilotes que se agrieten en el manejo e hincado hasta el punto de que ésta muestre astilladuras serán rechazados.

Los pilotes que en el manejo e hincado presenten grietas que no estén astilladas y suficientemente cerradas como para indicar que no han habido deformaciones permanentes en el refuerzo pueden ser usados, tratando el área sobre la grieta con el impermeabilizante adecuado. En este caso, el proyectista emitirá el boletín respectivo. La operación del hincado deberá suspenderse el tiempo suficiente para permitir la impermeabilización de la grieta.

VI.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE HINCADO DE PILOTES

PERFORACION PREVIA

Para el hincado de pilotes deberá determinarse con exactitud la ubicación de los puntos donde se hincarán los pilotes (misma de perforación), mediante estacas. Una vez definida la ubicación de los pilotes en campo será necesario realizar una perforación cuya área sea del 80% del área transversal del pilote de modo que la perforación quede inscrita en la sección del pilote (figura No. VI.1, ver anexo) y hasta una profundidad de 2 m respecto al nivel del terreno natural, debiéndose extraer el material producto de la perforación y cuidando que la posición en planta de la misma, no tenga desplazamientos horizontales mayores de 5 cm respecto a la indicada.

Para mantener las paredes de la perforación estables, será necesario que cada vez que se extraiga la broca de perforación se retire girando, con el objeto de que se realice un anjarre en el material arcilloso que constituye dichas paredes; si aún en el proceso anterior se detectan signos de inestabilidad de las paredes de la perforación, será necesario emplear lodo estabilizador.

CAPITULO VI. O B R A C I V I L

El tiempo máximo admisible entre la perforación y el hincado es de 36 horas.

HINCADO DE PILOTES

La instalación de los pilotes de concreto, debe efectuarse de modo que garantice la integridad estructural del pilote y se alcance la integración deseada con el suelo, de manera que cumpla su cometido, además no deberá ocasionarse daños a las estructuras e instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamiento vertical y horizontal del suelo, para lo cual deberá seguirse el siguiente proceso.

Una vez que los pilotes hayan alcanzado por lo menos el 75% de la resistencia de proyecto, se realizarán las maniobras de manejo e izaje de los pilotes mediante estrobos, los cuales se colocarán en la perforación previa.

Antes de ser hincados los pilotes serán revisados y no deberán contar con fisuras o agrietamientos, estarán perfectamente limpios y su cabeza estará perpendicular al eje del mismo.

El pilote se tendrá que colocar en una estructura guía que cuente con dos niveles de mano adosados a la misma, con el objeto de garantizar su verticalidad antes y durante su hincado. Para lograr una mejor verticalidad pueden emplearse dos plomadas de referencia colocadas en un ángulo de 90°, teniendo como vértice el pilote.

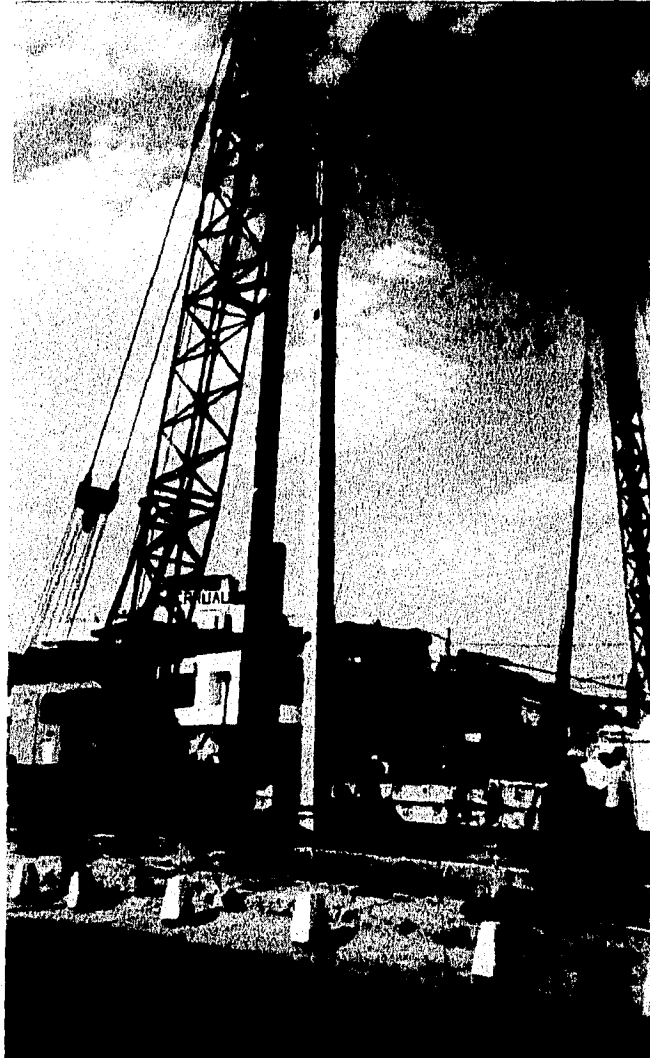
La cabeza del pilote deberá acoplarse al gorro del martillo piloteador, el cual estará constituido por tres capas de madera con el fin de evitar que se dañe la cabeza del pilote.

Deberá utilizarse para el hincado un martillo pesado con baja velocidad de impacto (carrera corta). El peso del pistón móvil no debe ser menor a 0.3 Kg-m por cada kilogramo de peso del pilote. La altura de caída se mantendrá del orden de 0.75 a 1.0 m. El equipo también cuenta con un juego de mordazas de presión que impiden que el tramo del pilote hincado se vaya hasta el fondo de la perforación, en caso de que penetre por peso propio.

Una vez revisado y cumplido lo anteriormente citado, se procederá al hincado del pilote. Durante esta etapa deberá llevarse un control del número de golpes en toda su longitud y en los últimos tres metros se deberá marcar con pintura a cada 20 cm con el propósito de llevar un registro del número de golpes necesarios por cada 20 cm que penetre el pilote.

Una vez iniciado el hincado de cada pilote no se deberá suspender esta actividad hasta que la punta alcance la profundidad de proyecto (31 m).

Por ningún motivo se permitirá el hincado de pilotes durante el horario nocturno.



Como los pilotes están compuestos por dos tramos, se hincará el primero de ellos de 15 m dejando al descubierto aproximadamente un metro para empalmarlo con su complemento de 14.5 m, verificando la verticalidad de los mismos en la junta. La unión será por medio de las placas metálicas, las cuales se soldarán entre sí en todo el perímetro del pilote con el objeto de garantizar la continuidad estructural del mismo.

Una vez hincado cada pilote se obtendrá el nivel de la cabeza, verificándolo nuevamente al final del hincado de todos, debiendo corresponder al indicado en el proyecto. La desviación angular máxima admisible del pilote es de 2%, mientras que la tolerancia en la profundidad del hincado es de $\pm 1\%$ de la longitud total.

CAPITULO VI. O B R A C I V I L

PRUEBAS DE CARGA ESTATICAS

Se recomienda realizar pruebas de carga del tipo estáticas en el Puente Vehicular Continentes, con el objeto de confirmar la capacidad de carga estática de los pilotes, así como verificar su comportamiento ante la solicitación de las cargas de diseño.

Cabe mencionar que la realización de éstas pruebas no es imprescindible (en este caso), ya que los proyectistas de mecánica de suelos determinaron que no habría riesgos de falla en los pilotes y que cumpliendo correctamente con el procedimiento constructivo, perforación e hincado de éstos, se garantizaba su buen comportamiento. Además, considerando los antecedentes de utilización de este sistema construídos en la Ciudad de México se ha observado que su comportamiento estructural ha sido satisfactorio.

Una vez analizadas estas razones y para evitar hacer gastos que encarecerían la obra, se determinó por parte de la proyectista (Departamento de Mecánica de Suelos de la Supervisión Rioboo) y la D.G.C.O.S.T.C. (antes COVITUR) no llevar a cabo las pruebas, debido a las razones antes expuestas.

Aunque este proceso no se llevó a cabo, creo conveniente mencionarlo ya que de ser necesario que se realice en cualquier otro procedimiento constructivo similar al descrito se tomen las medidas pertinentes si los proyectistas así lo juzgan conveniente.

Para complementar la información presentada, mencionaré de manera general el proceso a seguir cuando se requiera de este tipo de pruebas.

Para la ejecución de las pruebas de carga estáticas se seleccionará un pilote de las zapatas interiores perfectamente referenciado que haya sido hincado entre 5 y 10 días antes de la fecha de prueba y con 28 días de colado. La carga aproximada de prueba que se le aplicará a cada pilote será de 132 ton (para el caso de este puente en el supuesto de haberse realizado la prueba).

Este sistema de carga a utilizar estará constituido por una plataforma de carga lastrada en combinación con una viga maestra para reacción, apoyada en sus extremos por un pilote de concreto armado.

El dispositivo de carga consistirá en un sistema hidráulico de presión colocado entre la viga de reacción y el pilote de prueba. La magnitud de la carga aplicada deberá medirse con un manómetro calibrado.

Por otra parte, los desplazamientos verticales que experimente el pilote durante la prueba serán medidos por medio de tres extensómetros colocados con un ángulo de 120° entre ellos.

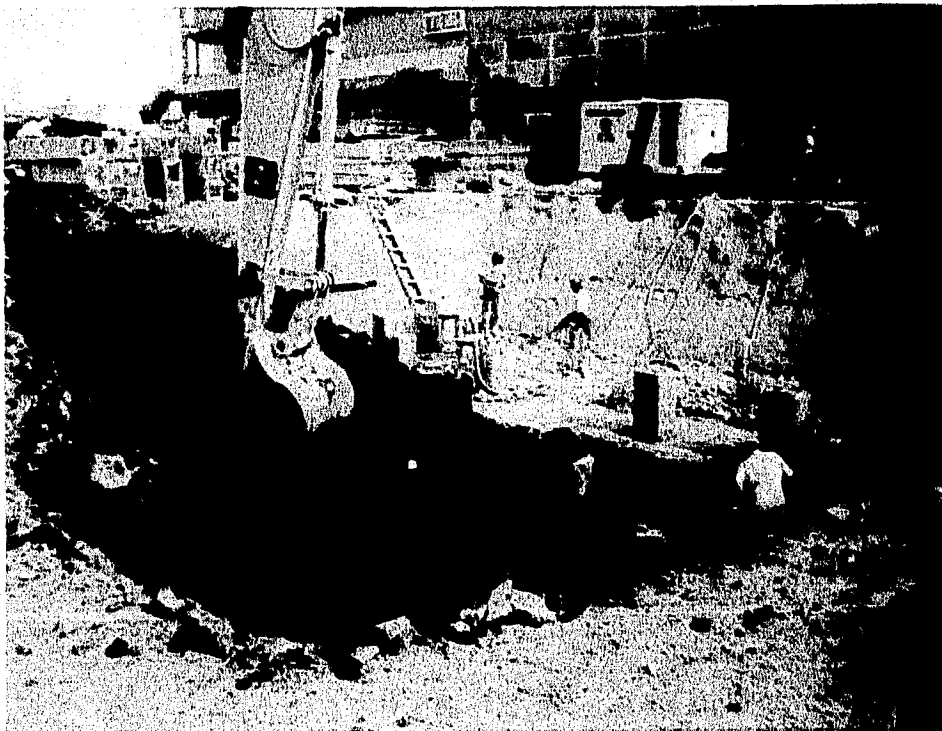
La carga a los pilotes se aplicará mediante gatos hidráulicos colocados sobre la cabeza de éstos, tras previa perforación. Los gatos reaccionarán contra una viga sobre el pilote.

La carga se aplicará en incrementos de una cuarta parte de la carga de trabajo del pilote. Cada incremento de carga se mantendrá hasta que la deformación registrada en los micrómetros sea menor a 0.25 mm/hr. El tiempo máximo entre incrementos será de 24 horas. Durante la prueba deberá llevarse un registro de la temperatura, de asentamiento vs carga y asentamiento vs tiempo.

VI.3 PROCESO CONSTRUCTIVO DE ZAPATAS Y COLUMNAS

VI.3.1 PROCESO CONSTRUCTIVO DE ZAPATAS

La excavación para la construcción de las zapatas se realizará a cielo abierto y estará limitada por taludes perimetrales cuya relación vertical-horizontal sea 1:0.3. Las dimensiones en planta del fondo de la excavación serán igual a las dimensiones de proyecto de cada zapata más 0.50 m a cada lado de la misma. La excavación no podrá iniciarse si antes no se tienen hincados todos los pilotes hasta la profundidad de desplante de proyecto de cada apoyo.



CAPITULO VI. O B R A C I V I L

Para el caso de la zapata correspondiente al marco No. 4. donde una de sus esquinas se ubica próxima a las vías del ferrocarril, la excavación se realizará como lo indicado anteriormente; sin embargo, 3.50 m antes de alcanzar la esquina de la excavación más próxima a la vía, deberá tenderse un talud con pendiente 1:1. La excavación en esta zona se concluirá después de colocar un elemento de contención temporal formado por tablaestacas y evitar con esto cualquier alteración en el terraplén de apoyo de las vías. El ademe se realizará de acuerdo con las siguientes actividades:

La zona de ademe se ubicará en la esquina de la zapata que se encuentra más cercana a las vías del ferrocarril y se prolongará 3 m en ambos sentidos a partir de dicho punto. El eje del ademe deberá ser paralelo al trazo de la vía (figura VI.2, ver anexo). Posteriormente, se realizará una perforación previa para el hincado de viguetas de acero tipo IPR-12 (ligera) a cada 2' m máximo (figura VI.3, ver anexo). La profundidad de hincado de las viguetas deberá ser de cuando menos 1.5 m por debajo del nivel de proyecto de excavación (2.5 m), es decir, 4.0 m mínimo. Se iniciará la excavación sin exceder los 1.5 m de profundidad. A esta excavación se colocarán tablonces de 2" de espesor entre las viguetas IPR, los que serán rigidizados con polines horizontales de 6" y cuñas de retaque. La separación vertical entre polines será de 80 cm (máximo). A la profundidad de 1 m se procederá a colocar una vigueta madrina perimetral en forma transversal a las que fueron previamente hincadas (figura VI.3, ver anexo). La vigueta será del mismo tipo que las mencionadas (IPR) y con las mismas características. Las viguetas deberán sujetarse firmemente al tablaestacado. A la misma profundidad (1 m) se procederá a la colocación de un apuntalamiento, que podrá constituirse por tubos de 8" de diámetro (cédula 40 mínimo). Estos elementos se apoyarán contra las vigas maderas en un extremo y en el otro sobre la parte de la losa de fondo de la zapata que haya sido colada.

Una vez cumplidas las actividades anteriores, la excavación se continuará hasta la profundidad de desplante de proyecto (2.5 m).

Durante la etapa de excavación y construcción de la zapata deberá contarse en obra con un dren perimetral, así como un sistema de bombeo de achique que sea capaz de mantener la excavación en seco, así como drenar la misma en caso de lluvia.

Alcanzado el nivel de máxima excavación de la zapata se iniciará el colado de una plantilla de concreto pobre de $f'c=100 \text{ Kg/cm}^2$ de 5 cm de espesor. Posteriormente, se procederá a la demolición o descabece de los pilotes en una longitud de 0.80 a 1 m, que corresponde a la longitud que sobresaldrán estos del nivel de desplante de la zapata. La demolición se realizará mediante martillos rompedores, cuñas o alguna herramienta similar. Queda prohibido el uso de explosivos para este fin.

CAPITULO VI. O B R A C I V I L

Los fragmentos de concreto, así como los materiales ajenos a la cimentación deberán ser retirados en su totalidad.

Para garantizar que las paredes y fondo de la zapata sean totalmente impermeables, se colocará una geomembrana que será de polipropileno con espesor de 3 mm y que deberá estar libre de defectos de fabricación. La unión entre una membrana y otra, así como la unión de hojas en esquinas, deberá ser mediante elementos en donde puedan introducirse las membranas en forma macho-hembra. Estas uniones serán del mismo material que las membranas.



Una vez verificada la impermeabilidad de la membrana, se realizarán las actividades inherentes al colado de la zapata, hecho lo anterior, se proporcionarán los armados correspondientes para la losa de fondo ligando los pilotes a ésta mediante el acero de refuerzo descubierto por la demolición.

Simultáneamente con esta actividad se hacen los trabajos de habilitado de acero de refuerzo para el armado de contratraves y dados de cimentación de donde se desplantarán las columnas circulares y oblongas según sea el caso. Los materiales necesarios para el habilitado y colocación del acero de refuerzo, los diámetros y clases de varillas deberán cumplir con lo especificado en el proyecto estructural.

CAPITULO VI. OBRA CIVIL



En el acero de las zapatas debido a que los diámetros de las varillas son mayores al No.8, los empalmes serán soldados a tope y su uso será lo que se fija en el proyecto estructural correspondiente. Al concluir con el armado de las contratrabes se procederá al colado de la losa de fondo.

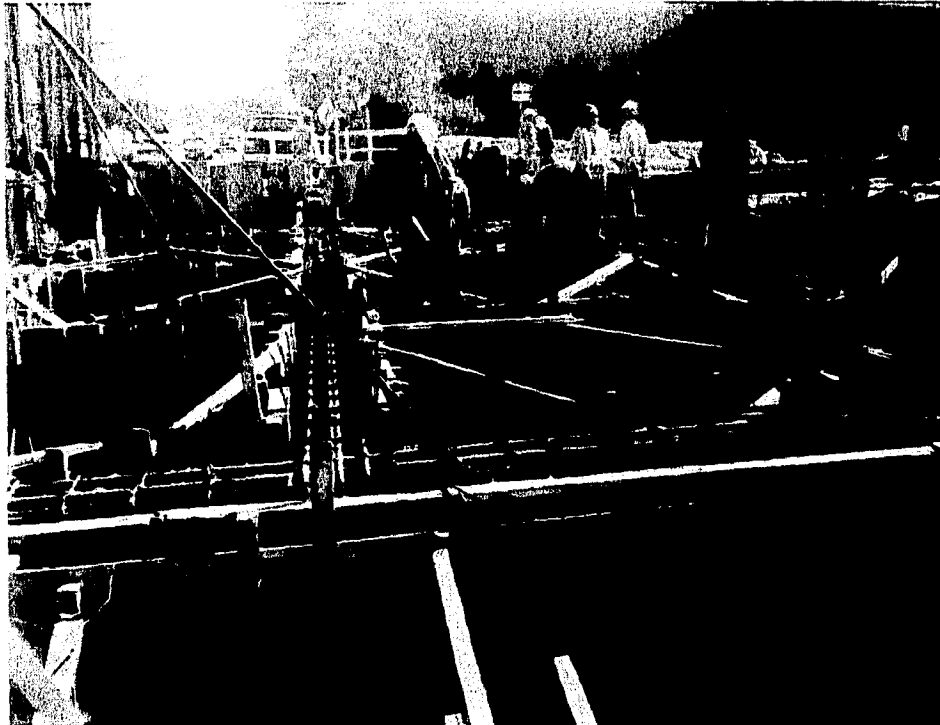
A menos que se indique otra cosa en los planos, la losa de fondo tendrá una resistencia de $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ y un espesor mínimo de 15 cm.

Continuando con el proceso, se efectúa el cimbrado y colado de la zapata dejando las preparaciones necesarias para ligar las contratrabes con la losa tapa. La cimbra será de tipo común y la madera empleada no deberá estar torcida ni tendrá nudos. Para realizar el cimbrado se toman como base las líneas y niveles especificados en los planos, logrando así confinar y amoldar el concreto correctamente desde la colocación del mismo hasta que alcance la resistencia especificada y teniéndose cuidado en poner contraflechas al centro de los claros.

El colado de las contratrabes será con concreto hidráulico tipo I, dosificado y mezclado por el fabricante siendo entregado a pie de obra en estado plástico no endurecido y con resistencia especificada de 250 Kg/cm^2 . Antes de efectuar el colado, se deben supervisar las dimensiones, desplantes, solidez y demás requisitos de los moldes y obra falsa, la correcta colocación y firmeza del acero de refuerzo, la colocación de anclas y otros soportes, los ductos para las instalaciones, etc. y una vez corroborado lo anterior, se estará en condiciones

CAPITULO VI. O B R A C I V I L

de efectuar el colado, auxiliándose para ello de vibradores y bombas de concreto de ser necesario.



El equipo de bombeo se instalará fuera de la zona del colado, de tal manera que no produzca vibraciones que puedan dañar el concreto fresco y/o alterar la distribución del acero de refuerzo. El flujo proporcionado por la bomba deberá removerse y desecharse, siendo necesario lavar todo el equipo antes de continuar. El ángulo de caída de la mezcla será el adecuado para permitir el flujo, sin provocar velocidades excesivas que propicien la clasificación de los materiales.

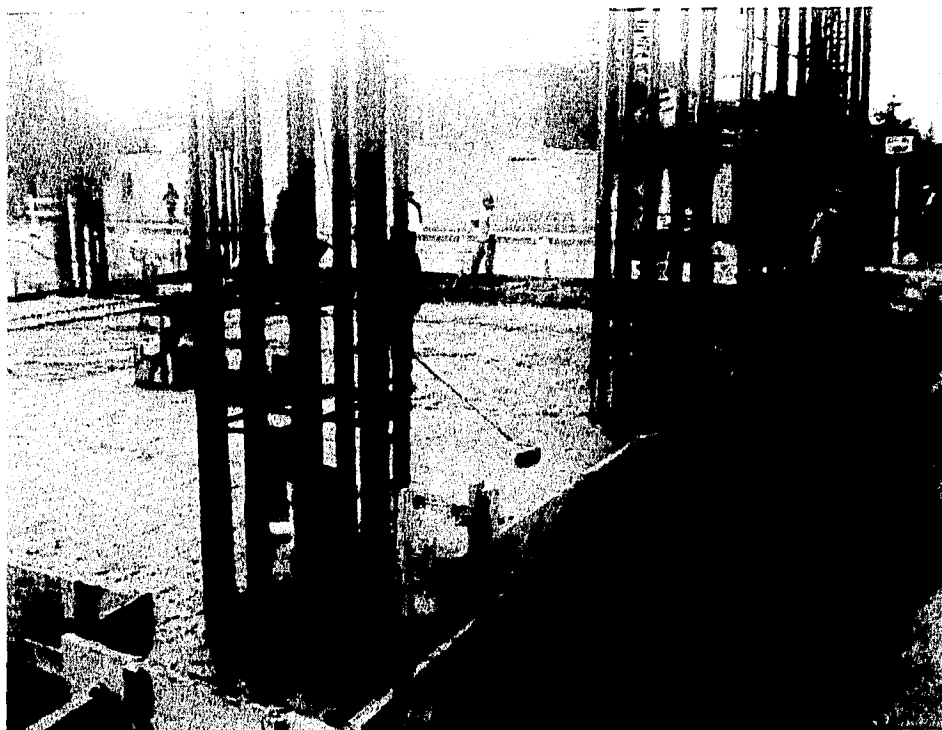
Conforme se va colocando el concreto se hace uso de vibradores para lograr una mejor compactación, evitando en lo posible la existencia de burbujas de aire en el concreto.

Una vez que haya fraguado el concreto se realiza el descimbrado de las contratrabes teniendo entero cuidado en colocar una capa de curacreto, el cual tiene la función de mantener la humedad, previniendo la rápida evaporación debida a altas temperaturas o viento y protegiendo al concreto de las condiciones climáticas adversas.

Para finalizar con la construcción de las zapatas se lleva a cabo el armado de la losa tapa realizando al mismo tiempo el habilitado del acero de refuerzo en las columnas. De igual manera que se hizo en las contratrabes se cubren las actividades de cimbrado, colado y curado del concreto, dejando en cada tablero un

CAPITULO VI. O B R A C I V I L

registro para recuperación de cimbra (60x60 cm), los cuales se colocarán después de terminadas las operaciones enunciadas.



Una vez concluidas las actividades de armado y colado de la zapata (máximo 5 días), se procederá a rellenar la parte exterior de ésta con material limo-arenoso (tepetate). El tendido se hará en capas de espesor compactado máximo de 20 cm, se compactará al 90% de su peso volumétrico seco máximo y se obtendrá un valor relativo de soporte (VRS) de 20% mínimo. El relleno se colocará por encima del nivel superior de la zapata. Todos los rellenos que se coloquen en la zona de obra y no tengan función estructural u ornamental deberán colocarse y compactarse con las mismas características citadas anteriormente.

En aquellas zapatas que correspondan a los marcos centrales (marcos 4, 5 y 6) y que parcialmente invaden la vialidad, se ha dejado un metro de profundidad libre entre la tapa del cajón y el nivel del terreno, donde se colocará en "greña" un relleno con material aligerado (tezontle) en capas de espesor máximo de 50 cm hasta el nivel de desplante de la estructura de pavimentos.

El tezontle por colocar no deberá contener más del 30% de fragmentos mayores a 4" y no más del 5% de fragmentos mayores de 8", además no contendrá partículas finas plásticas. Asimismo, se compactará al 95% mínimo de su densidad relativa (Dr) y cumplirá con un valor relativo de soporte (VRS) de 20% mínimo.

VI.3.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE COLUMNAS

Las traveses presforzadas que dan forma a la pista de rodamiento están apoyadas sobre 42 columnas de concreto armado. De éstas, 26 son circulares con un diámetro de 1 m y 16 de forma oblonga, es decir, circular en sus extremos con sección de 1 x 1.80 m. Las columnas circulares están distribuidas en conjuntos de 2 y 4 columnas sobre 1 y 6 zapatas, respectivamente. En la parte superior de las columnas se construyó un capitel de 1.40x0.70 m con el fin de distribuir homogéneamente los esfuerzos en las columnas.

Las columnas oblongas están distribuidas en conjuntos de 8, apoyadas en 2 zapatas. En la parte superior de éstas se construyó un capitel de 1.40x2.20x0.70 m.

El Puente Vehicular Continentes está ordenado a base de 2 ejes longitudinales y 19 ejes transversales. Los ejes 1 y 19 corresponden a los muros estribo y los ejes 2 al 18 corresponden a los ejes de columnas.

Las columnas circulares de concreto reforzado están armadas longitudinalmente con 24 varillas del No.12 colocadas en paquetes de 2. Todas éstas llegan a la parte inferior de las zapatas donde se les da una longitud de anclaje de 40 diámetros como mínimo. El acero vertical, además, sobresale del capitel hasta 2.30 m para anclar las traveses y el firme de compresión.

Los estribos para estas columnas fueron zunchados para sustituir la gran cantidad de estribos convencionales que se requerían para absorber los esfuerzos cortantes que se presentaban en la columna. El estribo zunchado consiste en acero del No.4 con paso de 7 cm cuya longitud de traslape permitido es de 1.5 veces el diámetro de la columna como mínimo de acuerdo a lo especificado por las Normas Técnicas Complementarias del R.C.D.F.

En la parte superior de las columnas circulares se construyó un capitel con dimensiones de 1.40x1.40x0.70 m. En sus orillas se colocaron placas de acero de 3/4" de espesor (110x15x1.9 cm y 140x15x1.9 cm) soldadas en forma de ángulo para evitar que el capitel sufriera despostillamientos durante la etapa de montaje de las traveses de apoyo. Las placas de acero están unidas por varillas del No.12 que forman un cono dentro del cuerpo del capitel. Asimismo, cuenta con estribos del No.4 debidamente distribuidos.

Las columnas oblongas de 1.0x1.80 m tienen un armado longitudinal de 48 varillas del No.12 y uno transversal a base de estribos del No.4 colocados a cada 20 cm.

CAPITULO VI. O B R A C I V I L

Los capiteles de estas columnas tienen una dimensión de 1.40x2.20x0.70 m. En sus orillas transversales al eje de las trabes, se colocaron placas de acero de 3/4" de espesor (15x15x1.9 cm), soldadas en forma de ángulo y están unidas por 4 varillas horizontales del No.12 y 4 bastones con una longitud de 90 cm ahogados en el cuerpo de la columna. Estos bastones cuentan con estribos del No.4 a cada 20 cm.

Después de colocado el armado se procedió a cimbrar el elemento por colar, tras previa autorización de la supervisión. Para las columnas circulares y oblongas se empleó cimbra metálica compuesta por dos cascarones semicirculares y una ampliación rectangular para el caso de las columnas oblongas, unidas entre sí con tornillo y tuerca. Además de los refuerzos ya incluidos, fué necesario colocar yugos a la cimbra y evitar posibles deformaciones en la misma.



La superficie de la cimbra deberá estar en perfectas condiciones para producir el acabado especificado en los planos. Las paredes de los moldes que van a estar en contacto con el concreto, se recubrirán con aceite mineral o grasa antes de cada uso, a fin de evitar la adherencia del concreto.

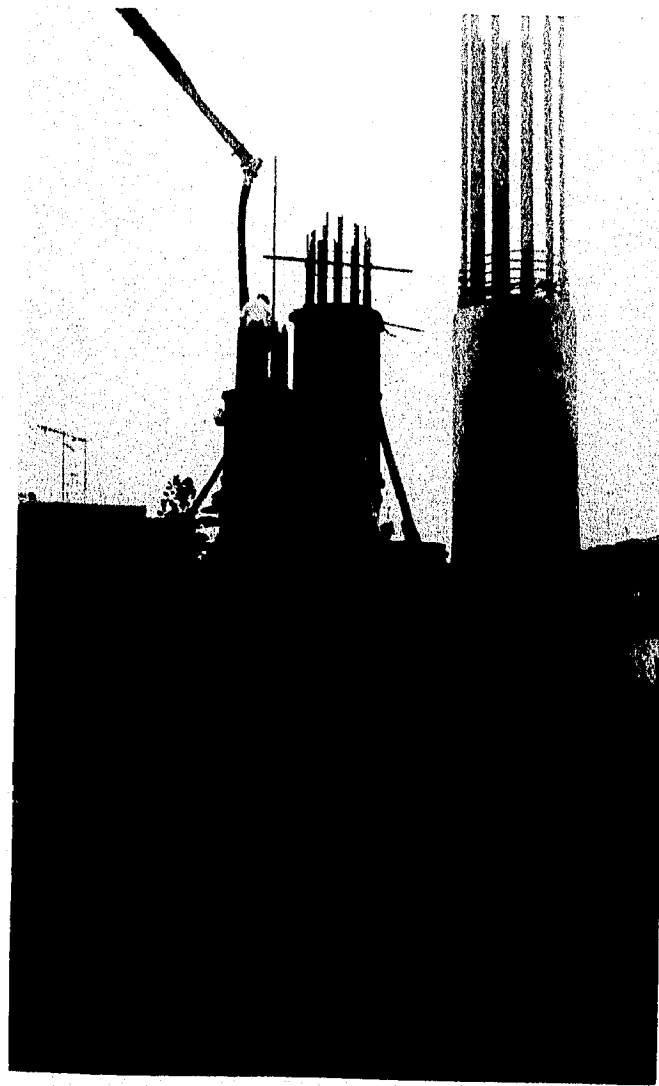
La cimbra utilizada para los capiteles fué de fibra de vidrio.

Posterior al cimbrado continua el colado. El concreto empleado en columnas tiene una resistencia de $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ con un agregado máximo de 1/2" y revenimiento máximo de 10 cm.

CAPITULO VI. O B R A C I V I L

El colado de las columnas se realizó en tres etapas. En la primera de ellas se cuela la mitad , esto con el fin de disminuir la altura de caída del concreto y producir con ello segregación o clasificación de los materiales. En la segunda etapa, una vez descimbrada la parte inferior de la columna y habiéndose colocado una capa de curacreto, se procede al colado de la segunda mitad adicionando aditivo al concreto para proporcionar una mejor adherencia entre concretos de diferentes edades y evitar con esto la visualización de la junta y una posible falla en esa zona. En la última etapa, se procede al colado del capitel.

Para el acomódo y compactación de la mezcla de concreto en las columnas, es necesario utilizar equipo de bombeo y vibradores, de tal manera que el concreto llene totalmente los moldes sin dejar huecos dentro de su cuerpo.



CAPITULO VI. O B R A C I V I L

Se deberá evitar el vibrado excesivo para impedir cualquier segregación o clasificación de materiales, así como el contacto directo del vibrador con el acero de refuerzo. Todas las superficies de concreto deberán estar libres de vacíos, manchas, etc., además, todos los huecos debidos a herrajes de sujeción de las cimbras serán cubiertos. El acabado de la superficie del concreto será perfectamente terso y plano.

Durante y después del colado, se inspeccionará la cimbra para detectar deflexiones, asentamientos, pandeos o desajustes de la obra falsa.

Cuando el concreto ha fraguado, se descimbran las columnas, evitando durante el retiro de los moldes choques o vibraciones que dañen en cualquier forma el concreto. Finalmente, se aplicará a cada una de las columnas una capa uniforme de curacreto.

Es importante que durante la etapa de construcción se estén verificando continuamente los ejes y niveles de columnas auxiliados siempre por el equipo de topografía, pues no se permiten desplomes de las columnas, desplazamientos de las líneas de los ejes ni rotación de éstos.

VI.4 PROCESO CONSTRUCTIVO DE RAMPAS DE ACCESO Y MUROS ESTRIBO

VI.4.1 RAMPAS DE ACCESO

Las rampas de acceso tienen la función de proporcionar las elevaciones necesarias para alcanzar los niveles del puente. Las rampas están compuestas de dos muros laterales de una longitud de 70.0 m en el lado poniente y 82.155 m en el oriente y altura variable que rematan con un muro estribo de 12.068 m de longitud con altura de 0.80 m a partir del nivel del terreno natural y de los rellenos del terraplén contenidos entre los muros que dan los niveles requeridos por proyecto.

MUROS LATERALES

Los muros laterales están apoyados en zapatas corridas de cimentación. Las zapatas se encuentran sobre una plantilla de concreto simple de $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ de 5 cm de espesor cuya función es evitar la contaminación con tierra del acero de refuerzo y del concreto al momento de colar.

El nivel de desplante de las zapatas es de 1.50 m abajo del nivel del terreno natural. El espesor de la zapata es de 35 cm y tiene un ancho variable desde 1.30 m hasta 3.0 m que está en función de la altura de los muros.

Para la excavación del terreno donde se alojan las zapatas se empleó equipo mecánico excavando hasta un nivel de 15 cm arriba del de desplante de la plantilla. Los últimos 15 cm de excavación se hicieron manualmente para afinar el fondo. Las dimensiones de la excavación serán igual a las dimensiones de cada zapata más 0.25 m a cada lado de la misma.

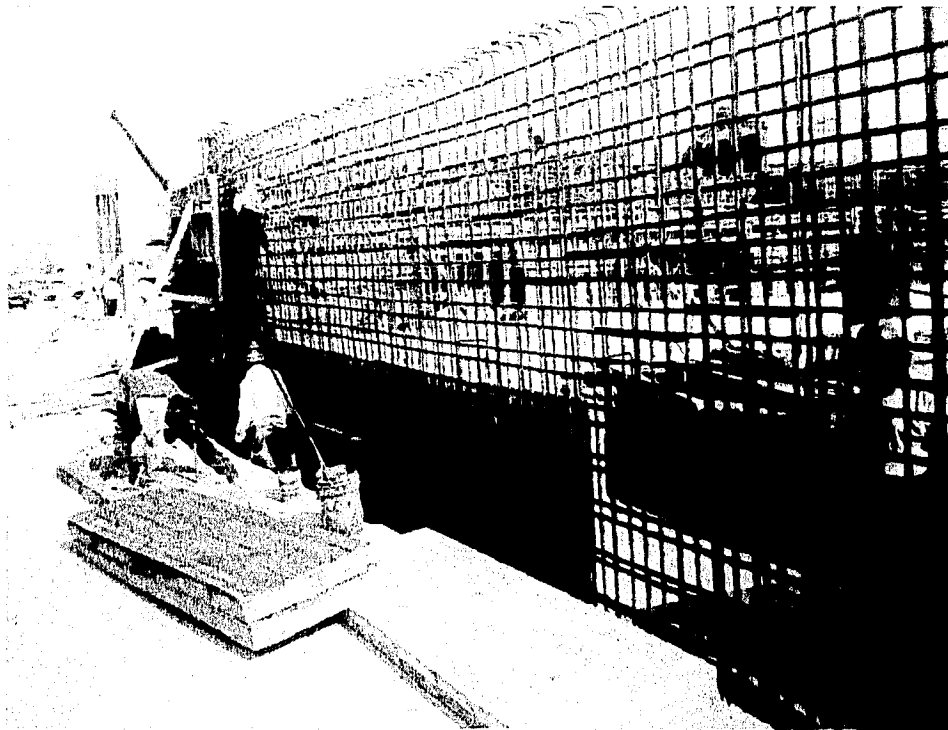
Después de colada la plantilla se procedió a colocar el acero de refuerzo de la zapata. El armado está compuesto en el lecho inferior y superior por varillas longitudinales del No.4 a cada 25 cm y varillas transversales del No.6 a cada 10 cm. A éstas zapatas no se les colocó pilotes debido a que su función es sólo la de retener el material de relleno de la rampa cuyo empuje es lateral y no vertical, por lo que la carga que transmite al terreno es mínima y el terreno superficial es capaz de soportarlas.

El ancho de los muros laterales varía de la parte más baja con 20-35 cm a la parte superior con 20 cm formando un escarpio con talud hacia el interior de la rampa y con pared vertical en la cara externa.

El acero vertical de los muros está empotrado en la zapata de la cimentación y llega hasta la parrilla inferior de la zapata. El acero horizontal longitudinal es del No.6 colocado a cada 25 cm a lo largo de la altura del muro. El acero colocado da resistencia al muro ante los empujes y contribuye a absorber los esfuerzos provocados por los cambios de temperatura evitando los agrietamientos en el concreto.

El acero longitudinal está reforzado con estribos del No.8 a cada 15 cm y en el remate superior del muro se tienen estribos adicionales del No.6 a cada 30 cm como refuerzo extra.

Colocado el acero, se procede a cimbrar. La cimbra utilizada fué de madera con acabado común en el área ahogada en los rellenos y con acabado espejo en lo que es el área externa del muro. Para lograr este acabado es necesario lijar perfectamente la madera a utilizar hasta lograr una superficie fina y lisa. Una vez alcanzada esta calidad en la madera se procede a aplicar dos capas de barniz natural formando una superficie homogénea.



A continuación se procede a colar los muros utilizándose concreto premezclado con resistencia $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ con agregado máximo de $1/2''$ y revenimiento máximo de 10 cm.

El sistema de colado de los muros laterales se realiza en dos etapas. En la primera de ellas se cuela la parte inferior de los muros hasta una altura de 1.50 m, en la cual no se tiene ningún detalle arquitectónico y se puede ejecutar rápidamente. En la segunda etapa, se cuela la parte superior del muro que tiene como detalles arquitectónicos un remate en acabado "pecho paloma" y un entrecalle en la cara externa.

Para agilizar el colado de los muros se empleará equipo auxiliar como bombas de concreto y vibradores.

VI.4.2 MUROS ESTRIBO

Los muros estribo son el remate de los muros laterales y su función es la de confinar el terraplén de la rampa de acceso, además de dar apoyo a las trabes prefabricadas tipo TCA.

Cada muro tiene una cimentación combinada, una zapata corrida apoyada en un grupo determinado de pilotes. En el muro estribo del eje 1 se hincaron 4 pilotes de fricción, mientras que en el muro estribo del eje 19 se hincaron 6 pilotes.

CAPITULO VI. O B R A C I V I L

El nivel de desplante de las zapatas es de 1.50 m bajo el nivel del terreno natural. El descabece de los pilotes es de 50 cm debido a que el peralte de la zapata es también de 50 cm.

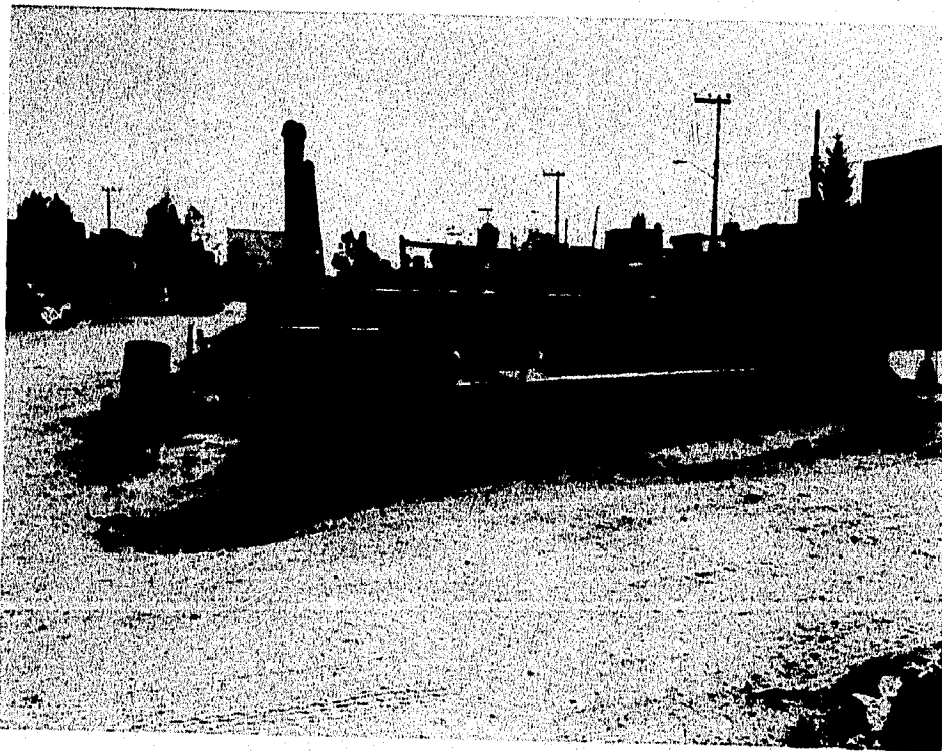
Para la excavación del terreno donde se alojan las zapatas se empleó equipo mecánico excavando 15 cm arriba del nivel de desplante de la plantilla de la zapata. El volúmen restante se excavará manualmente para dar afine al terreno y evitar sobreexcavaciones. En seguida se coloca una plantilla de concreto simple de $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ para evitar la contaminación del acero de refuerzo y del concreto de la zapata.

El armado de la zapata del muro estribo consta de estribos del No.4 en las zonas donde se apoyan las traveses presforzadas.

La altura mínima del muro estribo será de 0.80 m sobre el nivel del terreno natural en la zona donde se apoyan las traveses.

El acero vertical de los muros está anclado hasta la parte inferior de la zapata, además está constituido por varillas verticales de Nos.6,8 y estribos del No.4. El muro cuenta con estribos adicionales a la altura de su apoyo con las traveses, el acero que lo constituye es del No.4 en toda su longitud.

Para el colado de los muros estribo se procede de la misma forma que para el de los muros laterales, teniendo especial cuidado que en la parte externa del muro la cimbra de madera reciba los tratamientos adecuados (lijado y barnizado) con el fin de que cumpla con el acabado final (espejo) requerido.



RELLENOS

Para la realización del terraplén de la rampa de acceso, después de haberse colado los muros y que estos hayan alcanzado al menos el 80% de su resistencia de proyecto, se procedió a excavar toda el área que ocupa el terraplén a 1.8 m y a 0.50 m bajo el nivel del terreno natural, justo junto al estribo y en donde da inicio el terraplén, respectivamente.

El fondo de la excavación se escarificará 15 cm, retirando cualquier material que pudiera ser nocivo al comportamiento del terraplén, como materia orgánica, materiales con excesiva humedad y consistencia muy blanda, cascajo y fragmentos líticos mayores a 4", etc. Posteriormente, se compactará al 90% (mínimo) respecto a la prueba Próctor Estándar.

Tiempo seguido se coloca el relleno aligerado (tezontle) en capas de espesor máximo de 50 cm, el cual se acomoda al 95% (mínimo) de su densidad relativa (D_r), éste acomodo se realizará con equipo ligero hasta el nivel de desplante de la capa de sub-base del pavimento. El tezontle por colocar no deberá contener más del 30% de fragmentos mayores de 4" y no más del 5% de fragmentos mayores de 8", además no contendrá partículas finas plásticas. En el desplante, así como en la sub-rasante se procurará que la granulometría del tezontle sea predominantemente arenosa.

Durante esta etapa se deberán colocar las estructuras de drenaje o cualquier otra instalación, así como satisfacer los niveles y pendientes de proyecto a fin de mantener constante el espesor del pavimento.

Una vez colocado el relleno aligerado y alcanzado el nivel de desplante de la capa de sub-base, se colocará una cubierta a base de membrana geotextil.

Para la colocación de la membrana geotextil, los rollos de la membrana deberán desenrollarse cuidadosamente sobre la superficie preparada con el sellador y en el sitio que vaya a ocupar el lienzo desenrollado. La colocación de los lienzos siempre deberá empezarse por la parte baja de la superficie a impermeabilizar, continuando hacia arriba en sentido perpendicular de la pendiente. Los lienzos subsecuentes se colocarán siguiendo la alineación del primero, de manera tal que los lienzos queden paralelos y traslapados 10 cm, con el escalón a favor de la pendiente.

La adhesión de la membrana a la superficie será a base de fuego de soplete. Los rollos se presentarán en el lugar previsto para su colocación y en seguida se procederá a calentar su parte inferior, previo desprendimiento del plástico siliconado conforme se va desenrollando el lienzo.

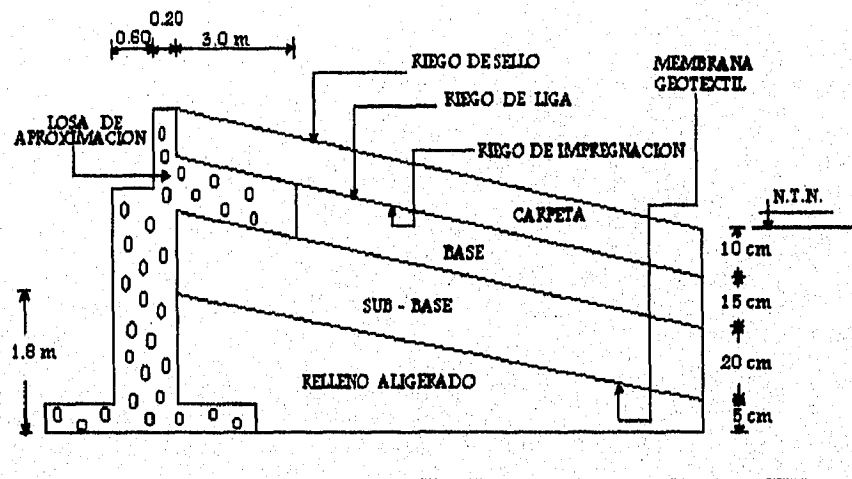
CAPITULO VI. O B R A C I V I L

Hecho lo anterior, se procede a retirar la tira plástica siliconada desprendible que es protectora del traslape. Los rollos subsecuentes se colocarán en alineación con el anterior y su adhesión se realizará de la forma ya descrita, soldándose simultáneamente la franja de traslape con el lienzo inferior.

En la colocación de los lienzos se deberá tener cuidado de no dejar pliegues, para ello será necesario estirar los lienzos y posteriormente alisarlos mediante cepillo de raíz.

Las uniones de los traslapes transversales serán de 10 cm y deberán llevarse a cabo a base de fuego por medio del soplete, de tal manera que ambos lienzos queden unidos mediante una sola soldadura continua.

El cuerpo del terraplén en las rampas estará limitado lateralmente por muros de contención rematando con un muro estribo previamente construídos y el material se colocará cuando los muros alcancen su resistencia de proyecto especificada.



MURO ESTRIBO

VI.5 PROCESO CONSTRUCTIVO Y COLOCACION DE ELEMENTOS PRESFORZADOS

GENERALIDADES

El presforzado consiste en crear un estado de esfuerzos y deformaciones dentro de un material, a fin de mejorar su comportamiento y resistencia para satisfacer la finalidad a la que ha sido destinado.

El método más común para aplicar un presfuerzo en el concreto, es provocando un esfuerzo de compresión en éste, con la finalidad de balancear total o parcialmente los esfuerzos de tensión que surgirán en condiciones de servicio. En el caso típico de una viga simplemente apoyada, al "compactar" previamente el concreto en la parte inferior de la viga, se estará creando un esfuerzo, el cual provocará que los esfuerzos de tensión que se presentan por el peso propio y por las cargas de servicio sean contrarrestados parcial o totalmente.

Generalmente la aplicación de este esfuerzo de compresión en el concreto, se logra a través de tendones de acero internos en la pieza en cuestión, los cuales se tensan mediante dispositivos mecánicos (gatos hidráulicos) en un extremo de la mesa de tensado y anclajes de acero en el extremo opuesto, siendo el primero el encargado de transmitir directamente la tensión requerida al cable. Una vez que se ha tensado el cable se cura el concreto y este se cura de modo tal que alcance una resistencia adecuada a la compresión. Lograda dicha resistencia se liberan de la tensión los cables que fueron sometidos a ésta con anterioridad, lográndose con esto que se transfiera el presfuerzo al elemento de concreto.

Otro aspecto importante que hay que tomar en cuenta es de que el presfuerzo no es un estado permanente de esfuerzos y deformaciones, sino que esto depende del transcurso del tiempo, ya que tanto el concreto como el acero se deforman plásticamente cuando están sometidos a un esfuerzo permanente, de ahí que sea necesaria la utilización de materiales de alta calidad para cualquier elemento presforzado, es decir, acero y concreto de alta resistencia.

Las ventajas que presentan los elementos presforzados las puedo resumir de la siguiente manera:

1. Posibilidad de prefabricar
2. Claros o espacios mayores
3. Reducción de peraltes
4. Reducción de peso

CAPITULO VI. O B R A C I V I L

5. Mayor seguridad a la ruptura
6. Construcción más sencilla
7. Estructuras sin juntas
8. Resistencia al fuego
9. Resistencia a las fuerzas dinámicas
10. Hermeticidad a los líquidos
11. Mantenimiento nulo
12. Autoreparación de la estructura
13. Ahorro indirecto

Teniendo en cuenta que las ventajas del concreto presforzado nos permiten la construcción de piezas esbeltas, de gran longitud y de menor peso, en la construcción de puentes es muy necesaria la utilización de este sistema constructivo, ya que mediante éste se pueden construir traveses de cualquier longitud para salvar claros considerables que se presenten, teniendo como ventaja menor peso propio, cargas sísmicas reducidas, cargas reducidas en la estructura y en la cimentación.

En relación a la construcción del Puente Vehicular Continentes, se justificó la utilización de elementos prefabricados por las siguientes razones: con el fin de no interrumpir el flujo vehicular sobre la Av. Central se optó por esta solución, ya que de lo contrario se utilizaría la obra falsa común opción que definitivamente no sería la mejor. Una razón más de su utilización fué por la necesidad de ejecutar la construcción del puente lo más pronto posible al encontrarse en una zona en plena actividad.

El número de elementos presforzados empleados para formar la pista de rodamiento fué de 42 piezas de sección tipo cajón de longitudes y dimensiones variables.

Estas traveses tipo cajón son llamadas así por tener la peculiaridad de ser en la mayor parte de su longitud prácticamente huecas, a excepción de los extremos, las cuales contarán con la construcción de unas ménsulas de apoyo para el montaje de las mismas. Dichas ménsulas formarán parte de la estructura misma

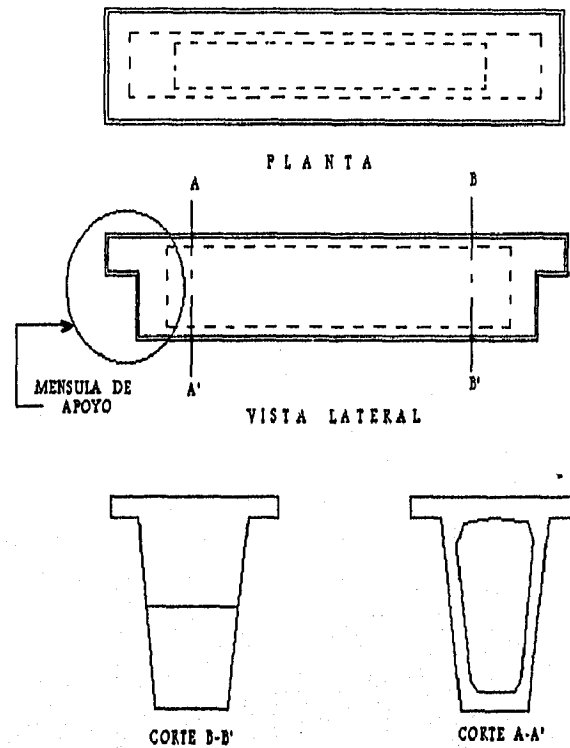


FIGURA VI.4

En forma general, la superestructura del puente está compuesta por los siguientes tipos de traveses: traveses de apoyo TA colocadas sobre la columna, traveses centrales TC apoyadas entre claros de traveses de apoyo, traveses centrales de apoyo TCA apoyadas sobre el muro estribo y el claro entre traveses de apoyo y, tabletas apoyadas entre traveses de apoyo especiales para librar el paso del ferrocarril.

La sección transversal de la pista de rodamiento está compuesta en ambos accesos del puente por dos traveses TA, TC, TCA o T (tabletas) según la posición en la que éstas se encuentren, mientras que en su parte central donde se forma la bahía, se compone de cuatro traveses tipo TA y TC según su posición.

VI.5.1 PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS PRESFORZADOS

El proceso constructivo a seguir para la fabricación de cualquier elemento es de suma importancia, ya que de la correcta selección y aplicación de éste, dependerá la obtención de los resultados más efectivos.

Para la descripción del proceso constructivo de los elementos de presfuerzo que forman parte de la superestructura y a su vez dan forma a la pista de rodamiento del puente, procederé a describirlos en dos partes: distribución del acero de presfuerzo y colado de las piezas.

DISTRIBUCION DEL ACERO DE PRESFUERZO

El acero de presfuerzo para una viga simplemente apoyada se localiza en el lecho inferior de ésta, ya que por ser en esta zona donde generalmente se presentan los esfuerzos de tensión por las condiciones de servicio y de peso propio de la estructura, al aplicar el presfuerzo en la viga, dichos esfuerzos de tensión se contrarrestan total o parcialmente.

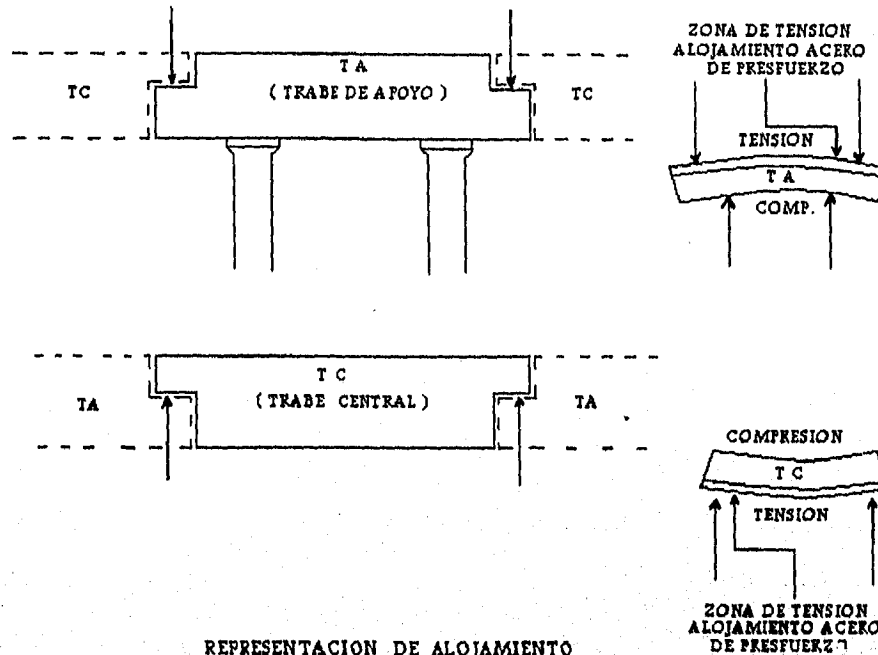
Es por ésta razón que la distribución del acero de presfuerzo para los diferentes tipos de traveses que formaron la superestructura del puente serán colocados en el lecho de la trabe donde se presenten los esfuerzos de tensión.

En este sentido, las traveses TA se montan directamente sobre las columnas, mientras que las traveses TC se apoyan directamente sobre las ménsulas de las traveses de apoyo, debido a esto, los esfuerzos de tensión de las traveses TA se presentarán en el lecho superior de la pieza, por lo tanto, el acero de presfuerzo se localiza en ésta zona de la trabe.

Asimismo, las traveses TC, TCA y T por ser montadas en los extremos de las ménsulas de las traveses TA, y por no tener estas el apoyo al centro de las traveses TA, sino en los extremos de la trabe, los esfuerzos de tensión se presentarán en el lecho inferior de la pieza. Es por esta razón que el acero de presfuerzo de estos elementos se localizará en ésta zona de las traveses.

Lo anterior se puede representar como una viga simplemente apoyada, tal como se muestra en la figura siguiente:

CAPITULO VI. O B R A C I V I L



REPRESENTACION DE ALOJAMIENTO
DEL ACERO DE PRESFUERZO EN VIGAS
TA Y TC

Ahora bien, teniendo en consideración lo anterior, el armado de las traves y la distribución del acero de presfuerzo quedará de la siguiente manera:

Para las traves de apoyo TA montadas sobre columnas circulares, por ser de las mismas características en cuanto a peralte y longitud, el acero de presfuerzo estará compuesto por 48 torones de acero de alta resistencia de 270 K, $f_{pu} = 19\ 000\ \text{Kg/cm}^2$ con un diámetro de $1/2''$ y acero de refuerzo grado duro de $f_y = 4\ 200\ \text{Kg/cm}^2$.

La localización del acero de presfuerzo quedará alojado en el lecho superior izquierdo y derecho de la trave, en dos paquetes de 24 torones cada uno.

Las traves TCA (TCA1 y TCA2) cuentan con 34 torones de alta resistencia, $f_{pu} = 19\ 000\ \text{Kg/cm}^2$, diámetro de $1/2''$ y acero de refuerzo grado duro de $f_y = 4\ 200\ \text{Kg/cm}^2$ con diámetros de $1/2''$ y $1\ 1/2''$.

CAPITULO VI. O B R A C I V I L

El acero de presfuerzo en éstas traveses está localizado en el lecho inferior debidamente distribuido respecto al centro de la pieza en ambos lados.

Para las traveses de apoyo en la transición poniente (2.30 a 0.60 m) montadas sobre columnas oblongas, el acero de presfuerzo está compuesto por 70 torones, 50 de ellos enductados 10 m y con las características ya mencionadas.

El acero de presfuerzo en éstas traveses está localizado en el lecho superior.

Para las traveses de apoyo en la transición oriente (2.30 m a 1.40 m) montadas sobre columnas oblongas, el acero de presfuerzo está compuesto por 70 torones, 22 de ellos enductados 10 m y diámetro de 1/2". El acero de presfuerzo en éstas se encuentra localizado en el lecho superior debidamente distribuido.

Para las traveses centrales TC ubicadas en ambos accesos del puente, por ser de las mismas características en cuanto a peralte y longitud, el acero de presfuerzo está compuesto por 29 torones de acero de alta resistencia de $f_{pu} = 19\ 000\ \text{Kg/cm}^2$ con diámetro de 1/2" y acero de refuerzo grado duro de $f_y = 4\ 200\ \text{Kg/cm}^2$.

Las traveses centrales que libran el claro principal son cuatro, las dos extremas están compuestas por 106 torones (34 enductados) y las dos restantes por 96 torones (32 enductados) de diámetro de 1/2".

La localización del acero de presfuerzo para las traveses centrales quedará alojado en el lecho inferior de las piezas.

Las tabletas (T1 y T2) que libran el claro por el que cruzan las vías del ferrocarril están compuestas por 20 torones de alta resistencia y diámetro de 1/2".

El acero de presfuerzo está localizado en su lecho inferior debidamente distribuido.

El acero de refuerzo utilizado en la fabricación de todos los tipos de traveses tanto en el sentido longitudinal como en el transversal fué grado duro $f_y=4\ 200\ \text{Kg/cm}^2$ con diámetros de 1/2" y 1 1/2", así como estribos de 3/8" y 1/2".

Para mayores detalles verificar los planos correspondientes al final de este capítulo.

Una vez descrita la distribución del acero de presfuerzo en todas las traveses, es de suma importancia hacer mención del proceso que se estableció para el tensado en la planta de elaboración.

El estado de presfuerzo en el concreto se puede inducir en dos formas: el pretensado y el postensado, siendo el primero, el método empleado para la creación de dicho presfuerzo en las traveses que forman la superestructura del puente vehicular.

CAPITULO VI. O B R A C I V I L

Uno de los cuidados más importantes que se tomaron en cuenta para el acero de presfuerzo antes de colocarlo y tensarlo, es prevenir la corrosión, ya que de estar presente en los torones ocasionará una pérdida de resistencia provocando con esto una falla en la pieza.

Una vez verificado que el acero de presfuerzo estuviera limpio, seco y libre de óxido en la superficie, se procedió a colocarlo en la mesa del tensado tras previa colocación de la cimbra, la cual fué formada por láminas de acero soldadas, contraventeadas a cada 50 cm.

La mesa de tensado estuvo formada por dos troqueles de acero circulares colocados en posición paralela a las paredes de la cimbra metálica, en cada uno de los extremos de los troqueles se montaron dos barras de acero que sirvieron como apoyo para el gato hidráulico y para la colocación de los anclajes fijos.

Cabe mencionar que la posición de las barras de acero pudo variar de altura, lo cual depende de las trabes centrales o de apoyo que se estén armando.

Una vez tendidos los torones en su posición definitiva, se colocó una guía (calavera) para que los torones no se movieran de su posición durante el tensado y colado. Realizado lo anterior, fué necesario estirarlos para igualar su longitud, consiguiendo con esto que todos y cada uno de los torones recibieran la misma tensión.

Para el tensado de los torones se utilizó un gato hidráulico de 60 000 libras, el cual una vez apoyado en la travesa correspondiente, se aplicó una tensión inicial de 6 850 Kg a cada uno, con el fin de evitar que algún torón pudiera soltarse o sólo moverse de su posición. Posteriormente, la tensión se incrementa a la especificada en proyecto que fué de 13 700 Kg.

La tensión de proyecto se mantuvo fija por medio de unas placas de acero y de un barrilete (cilindro de acero con una cuña) que se colocaron sobre la barra de acero y permanecieron en ésta posición hasta después de colada la pieza y de que el concreto alcanzó por lo menos el 80% de su resistencia, momento en el cual fueron liberados los torones.

COLADO DE LAS PIEZAS

El concreto utilizado para la elaboración de las trabes de presfuerzo fué de $f'c = 400 \text{ Kg/cm}^2$, es decir, concreto de alta resistencia.

Cabe mencionar que las ventajas de utilizar un concreto de alta resistencia proporciona un módulo de elasticidad mayor, reduciendo así las pérdidas de presfuerzo.

Siendo las trabes de presfuerzo del tipo aligeradas, es decir, huecas en la mayor parte de su longitud, se presentó la dificultad de no poder colar cada una de las piezas en una sola etapa, ya que para proporcionar el hueco de la trabe fué necesario colocar una cimbra de madera que diera forma a las paredes internas de la pieza, teniendo como riesgo que de efectuarse el colado en una sola etapa al tener la cimbra colocada, el concreto no cubriría en su totalidad el lecho inferior de las trabes, presentándose con esto oquedades en ésta zona.

Considerando lo anterior, fué necesario efectuar el colado en dos etapas. En la primera de ellas, se coló la losa inferior hasta el nivel superior de la zona aligerada, después se colocó la cimbra de madera para dejar una zona hueca y comenzar así el colado de las paredes laterales y de los alerones.

La cimbra que dió forma al hueco interno de las trabes permaneció ahogada hasta después del curado, siendo ésta retirada poco antes de soltar los torones de presfuerzo.

Antes y durante el colado fué necesario supervisar los siguientes aspectos:

- a) Que el acero de refuerzo fuera el indicado por proyecto.
- b) En el caso del acero de presfuerzo, que éste se encontrara a la tensión requerida por proyecto ($13\ 700\ \text{Kg/cm}^2$).
- c) Tanto el acero de refuerzo como el de presfuerzo, no presentaran óxido en la superficie.
- d) Que la cimbra tanto metálica como de madera, fueran impregnadas con diesel con la finalidad de evitar la adherencia entre el concreto y la cimbra.
- e) Que el concreto empleado fuera premezclado con cemento tipo I, siendo el tamaño máximo de agregados $1/2''$ y con revenimiento máximo de 10 cm.
- f) Durante el vibrado evitar al máximo el contacto con la cimbra y el acero, así como el de proporcionar un vibrado uniforme y completo.

Una vez terminada la fase del colado, se procedió a curar la pieza correspondiente a base de vapor de agua.

El curado es un requisito indispensable para obtener un concreto durable y de buena calidad. Si el concreto no se cura adecuadamente tendrá una resistencia baja, poca durabilidad, mayor contracción elástica y otras deficiencias que desmerecen la utilidad del elemento.

El método empleado para el curado de los elementos de presfuerzo, además de evitar la pérdida de humedad, aceleró considerablemente el fraguado del concreto, ya que permitió extraer la pieza a las 12 horas después de terminado el colado.

Junto con las piezas de presfuerzo se curaron los cilindros que se tomaron durante el colado con la finalidad de someterlos a la prueba de compresión y verificar así que el concreto cumpliera con el 80% de la resistencia de proyecto.

En caso de que la resistencia cumpliera con el 80%, se cortaban los torones, transfiriéndole así el esfuerzo del acero al concreto y se extraía la pieza.

En los casos en que el tiempo de fabricación de las trabes rebasó los límites establecidos, algunas veces se utilizó aditivo para acelerar la resistencia del concreto al 80% en tres días con curado normal y así disminuir los tiempos de espera de resistencia adecuada para el movimiento de las piezas.

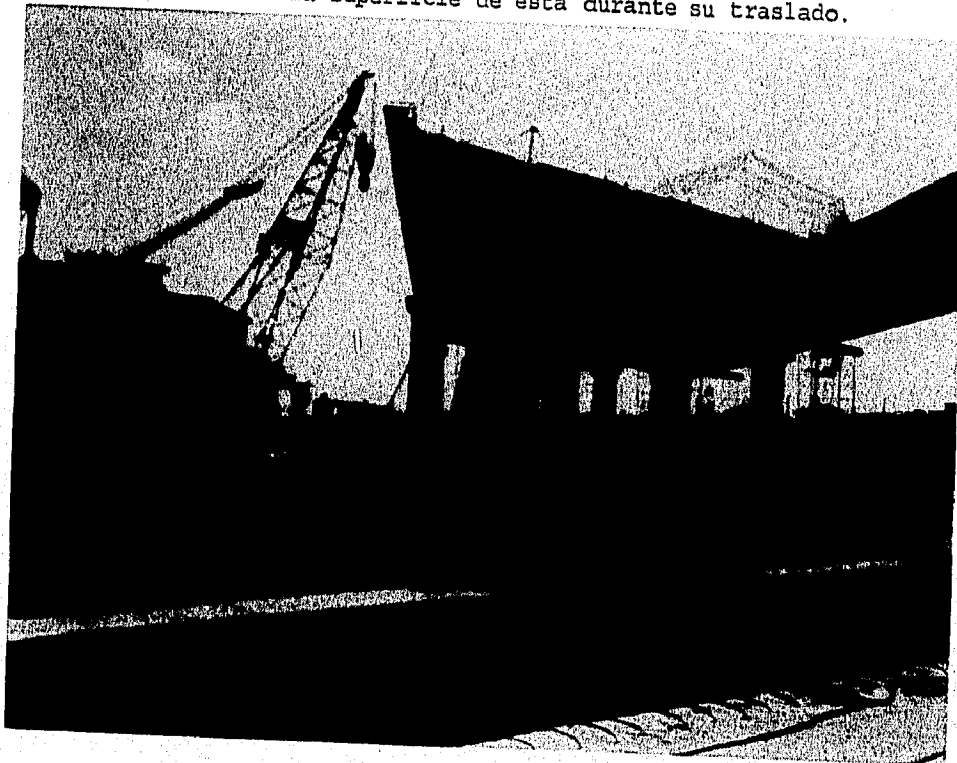
El acabado de todas las trabes de presfuerzo fué del tipo aparente.

TRANSPORTE A LA OBRA

Cuando el concreto de la trabe cumple con una resistencia del 80% del total especificada en proyecto, la pieza se extrae de la cimbra metálica por medio de 2 grúas con capacidad de 120 ton.

Posteriormente las grúas levantan la pieza y la colocan a un costado de la mesa de tensado para recibir los detalles de acabado y almacenarla.

Estando las piezas listas para su transporte se izan y colocan sobre los tractores de carga, acuñando y asegurando la pieza adecuadamente para evitar inestabilidad y daños en la superficie de ésta durante su traslado.



CAPITULO VI. O B R A C I V I L

Para el transporte de las traves de las traves al lugar de la obra, se utilizaron tractores con uno o más dolly's, esto dependiendo de la pieza que se transportara.

El transporte de las piezas se llevó a cabo desde la planta de fabricación, ubicada en Teoloyucan, Estado de México, hasta el lugar de la obra (Bosques de Aragón, Municipio de Nezahualcóyotl, Edo. de México).

Si por alguna razón no se pudiera proceder a la colocación definitiva del elemento, se almacenará a pie de obra procurando que quede lo más cercano a la posición que le corresponda. Para lo cual se debe apoyar sobre polines de madera de sección cuadrada de 4"x4", el número de estos será tal que proporcione el soporte adecuado a los elementos. La posición de los polines será como a continuación indico: para apoyar las traves tipo TC, la ubicación de los maderos se hará en la parte cercana a los extremos de la pieza, dejando libre la parte central. Para las traves tipo TA, los polines se colocarán en la zona de huecos que presentan las traves, por lo que estos elementos quedarán apoyados presentando un voladizo por extremo.

Por ningún motivo, se permitirá que los elementos sirvan de apoyo a otros, es decir, que puedan ser apilados.

VI.5.2 MONTAJE Y NIVELACION

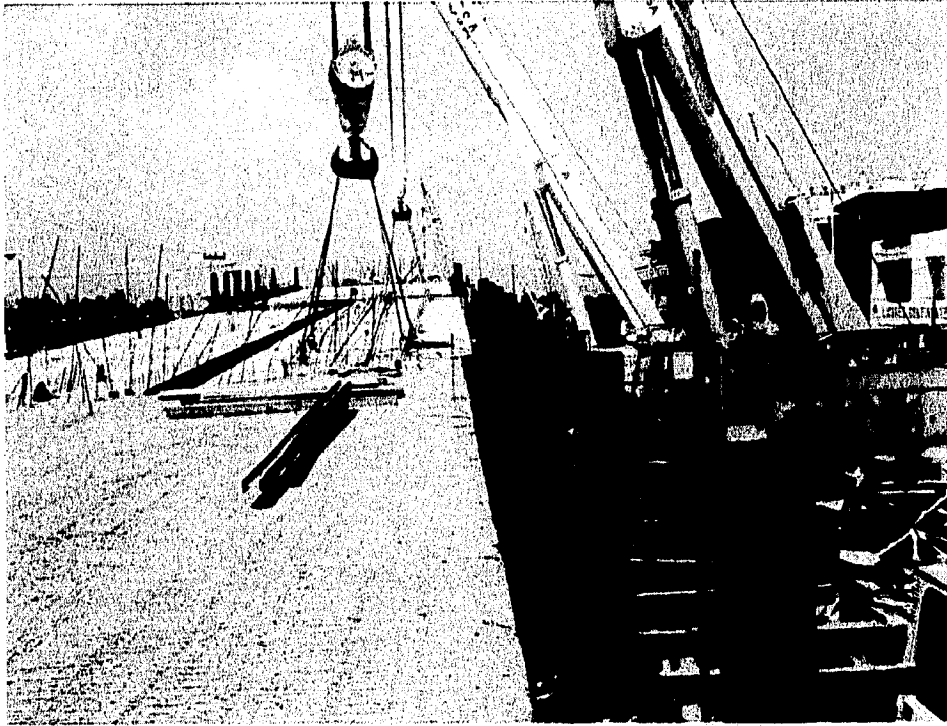
El montaje de todas las traves de presfuerzo fué realizado en dos etapas. En la primera de ellas, se montaron todas las traves de apoyo (TA) y en la segunda etapa, todas las traves centrales (TC, TCA y T).

Para lograr el izado de todos los elementos presforzados fué necesario colocar cuatro ganchos de izaje en cada extremo de las traves que quedaron ahogados en el concreto durante la fase del colado de la pieza.

Estos ganchos de izaje fueron a base de acero liso de dimensiones 51x30x3.18 cm y 38.8x25x2.54 cm (en tabletas T1 y T2), los cuales se cortaron una vez que la pieza se colocó en su posición definitiva.

El izado y montaje de cada trabe se realizó con dos grúas hidráulicas con capacidad de 120 y 250 ton cada una.

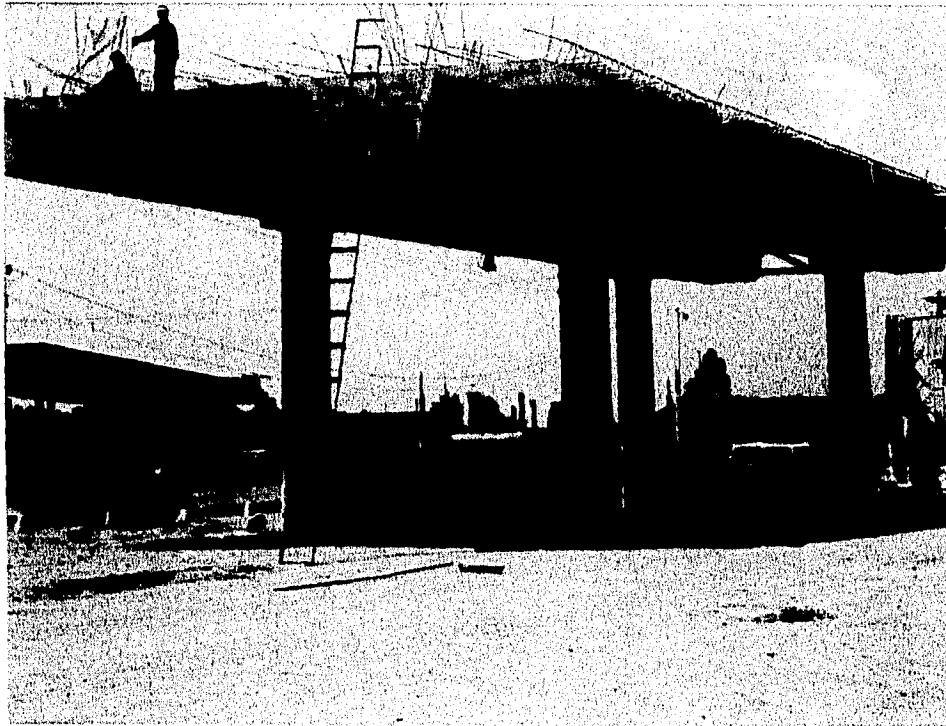
Antes de iniciar la primera fase del montaje de las traves TA, se verifica la posición del acero de la columna que remata por encima del capitel para que este no estorbe durante el montaje y pase libremente por el hueco de la trabe hasta la parte superior de la misma.



Sobre cada par de columnas de sección circular y oblonga se colocará una trabe de apoyo tipo TA, estos elementos se sujetarán adecuadamente mediante equipos y sistemas de izaje acordes al tipo y magnitud del elemento por montar, teniendo cuidado que al llevar a cabo el montaje de las piezas, éstas se sujeten de los ganchos indicados para ello, así como tomar la pieza por montar de acuerdo a su posición y símbolo de orientación según el plano de despiece de traves correspondiente.

Es de importancia señalar que una vez que se ha empezado con la maniobra de montaje, no podrá suspenderse sino hasta que la pieza quede en su posición definitiva. También se debe considerar que las piezas sólo deben estar suspendidas mediante el equipo de montaje el tiempo que sea necesario para dicha maniobra.

El montaje de las traves de apoyo se realizó durante el transcurso del día, mientras que para el montaje de las traves de transición (TA13 a TA20, según plano de despiece de traves) por encontrarse localizadas en la lateral de la Av. Central, fué necesario efectuarlo en el intervalo de las 11:00 PM a las 5:00 AM, es decir, en horario nocturno, con la finalidad de poder suspender el tránsito vehicular y así, permitir realizar las maniobras de izado y montaje con relativa facilidad.



Realizado cada montaje, se procederá al armado y colado del cabezal que liga dichas traveses con las columnas, el cual tendrá una resistencia de $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ y la colocación de los diafragmas de acero. De esta manera se formará un sistema de marcos de soporte con doble voladizo en el sentido longitudinal y de marcos de rigidez en el sentido transversal.

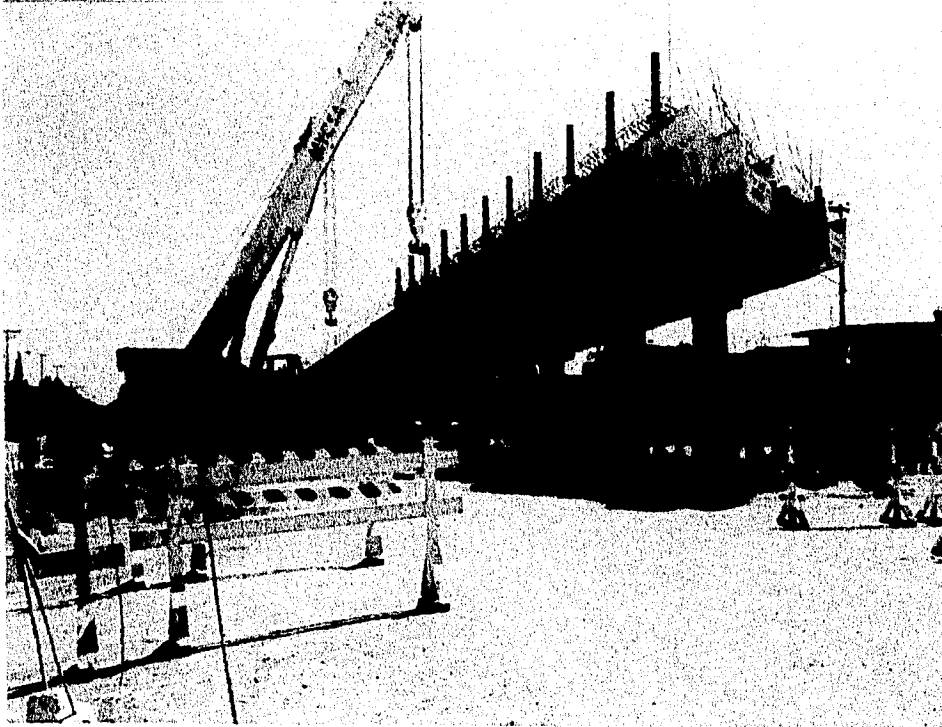
Posteriormente se procede a armar y colar un firme de continuidad con acabado rugoso y resistencia de $f'c=250 \text{ Kg/cm}^2$ sobre las traveses de apoyo montadas, así como la colocación de una base metálica ahogada en el firme que dará soporte al parapeto metálico sobre el puente.

Realizado lo anterior se estará en condiciones de comenzar el montaje de las traveses tipo TC, mediante los cuales se ligarán los sistemas de soporte anteriormente construídos.

El sentido de avance en el montaje de las traveses TC será simétrico, partiendo de las rampas de acceso hacia el claro central.

Al igual que las traveses de apoyo, las traveses centrales se montaron en horarios diurno y nocturno según fuera necesario.

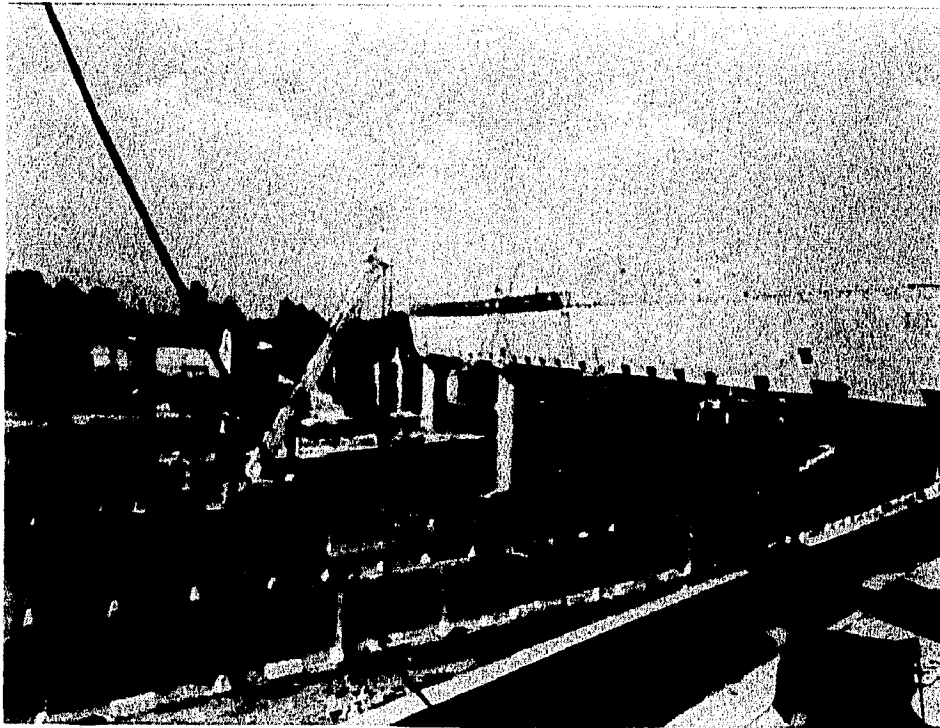
Por lo anterior, las primeras traveses TC por colocar son las que se apoyan en el estribo y en uno de los voladizos del sistema de marcos de soporte con columna circular, quedando entonces formado el claro de ajuste tendiendo al centro del puente.



Posteriormente se colocan otras traveses TC que ligan los siguientes voladizos de los marcos de soporte, formando de esta manera el siguiente claro a ejes de columnas. A continuación, se colocarán otras traveses TC que salvarán junto con un voladizo del sistema de soporte con columnas circulares y el siguiente voladizo del sistema con columnas oblongas.

Como el avance ha sido simétrico, sólo restan por colocar las traveses TC del claro central principal, las cuales se apoyan entre los voladizos del sistema de soporte con columnas oblongas, logrando de esta forma, salvar un claro de 43.0 m (a paños de las traveses de apoyo) y terminando de esta manera los trabajos de montaje formando la superestructura.

Durante el montaje de las traveses centrales se cuidó de no doblar los pernos de conexión que se encuentran en las ménsulas de las traveses de apoyo y de asentar debidamente las piezas sobre los zoclos de nivelación correspondientes.



Una vez finalizado el montaje de las traveses centrales se procedió a colocar las tuercas de unión sobre los pernos de las traveses de apoyo, quedando lista la superficie de las traveses para poder recibir el firme de compresión.

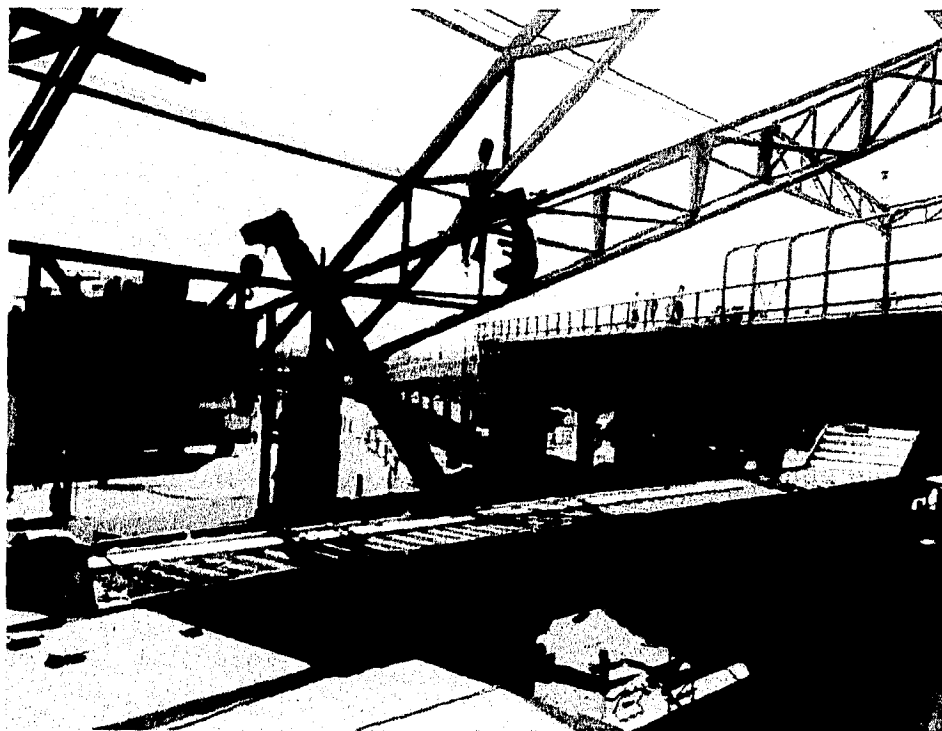
A continuación se realiza el colado del firme que integra a las traveses TC y se colocan las bases metálicas ahogadas en él para soporte del parapeto.

Por lo que respecta a la colocación del parapeto metálico que sirve como protección en las zonas laterales del puente vehicular, éste se compone de tubo de acero vertical de 6" de diámetro cédula 40 colocados a cada 2.01 m con altura de 0.90 m y tubo de acero horizontal colocado en dos ramas separadas entre sí 0.336 m de diámetro 4" ced. 40. La barra vertical se fija sobre una placa de acero de 30x30x1.9 cm anclada a la guarnición (remate del puente acabado "pecho paloma") por medio de 4 varillas del No.6.

La anterior disposición del parapeto metálico se encuentra ubicado de la siguiente forma: al poniente del puente de la rampa de acceso al eje 9 y del lado oriente está ubicado de la rampa de acceso al eje 12.



La disposición del parapeto metálico en el claro central del puente (ejes 9 a 12) está formado por tubo de acero vertical de 6" de diámetro ced. 40 de 1.15 m a cada 2.04 m y dos tubos de acero en forma horizontal de 4" de diámetro ced. 40 con protección de malla criba de 2"x2"x3/16" sujeta con vagueta de 3/4"x3/16". Además entre los ejes 10 y 11, el parapeto metálico tiene otras características geométricas: el tubo de acero vertical tiene una altura de 2.50 m y tiene forma de "L" (con radio de 50 cm en el cambio de dirección a 90°) con separación de 2.04 m, mientras que el tubo de acero colocado en forma horizontal cuenta con cuatro tubos con ésta disposición separados tres de ellos a cada 0.336 m y el restante colocado en la parte superior. Las dimensiones y características de este elemento son idénticas que las citadas anteriormente y cuentan asimismo con protección de malla criba 2"x2"x3/16" sujeta con vagueta de 3/4"x3/16". Esta zona específicamente será utilizada como parada exclusiva del transporte público.



FIRME DE COMPRESION

El firme de compresión es la base para formar la pista de rodamiento. Es una losa de concreto armado con resistencia de $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ y espesor de 10 cm, la cual es armada y colada una vez que han sido montadas y conectadas todas las traveses de presfuerzo.

Su preparación comienza desde el armado de las traveses, ya que al colocar los estribos transversales de las mismas, estos se hacen rematar 30 cm arriba del lecho superior del elemento con la finalidad de poder ligar la parrilla del firme con el acero de las traveses.

La parrilla se armó con varilla del No.4 a cada 20 cm en el sentido longitudinal, mientras que en el sentido transversal se utilizó varilla del No.6 a cada 20 cm.

El ligue de la parrilla del firme con el acero de refuerzo de la trabe se logró doblando en ambas direcciones el acero del estribo que sobresale.

Una vez armada la parrilla y colocadas las tapajuntas en las uniones entre traveses de apoyo y centrales se procedió al colado del firme.

La forma en que se coló el firme fué por medio de concreto bombeado. El acabado que se dió a su superficie fué rugoso para lograr una mejor adherencia con el pavimento que se colocará sobre él.



ELEMENTOS DE CONEXION

Los elementos de conexión son de suma importancia en cualquier tipo de construcción de dimensiones considerables, ya que éstos permiten que todos los elementos estructurales del conjunto trabajen adecuadamente evitando así desplazamientos que dañen a la estructura.

Con la finalidad de formar un marco rígido de las columnas con las trabes y evitar desplazamientos considerables de la estructura en conjunto se realizaron las siguientes conexiones:

a) ENTRE TRABES DE APOYO Y COLUMNAS. La conexión de estos elementos se logró mediante el anclaje del acero de refuerzo de las columnas con la parte interior de la trabe de apoyo.

CAPITULO VI. O B R A C I V I L

El acero de refuerzo de las columnas que inicia desde la cimentación remató a 2.30 m por encima del nivel superior del capitel con la finalidad de que al montar las traveses de apoyo sobre las columnas, el acero de refuerzo pueda penetrar al interior de la trabe a través de unas preparaciones (huecos) dejados en las traveses desde la fase del colado.

Una vez montada la trabe de apoyo sobre la columna y estando las varillas de ésta hasta el nivel superior de la trabe, se unen por medio de un anillo construido a base de acero.

Terminada la unión de las varillas, se procede a colar el hueco existente de la trabe junto con unos diafragmas que unen estructuralmente a las traveses de apoyo. Estos diafragmas van armados tanto en la parte superior como en la parte inferior con 6 varillas del No.12 a todo lo largo de las secciones transversales de este tipo de traveses.



b) ENTRE TRABES DE APOYO Y CENTRALES. La conexión entre estos dos elementos se logra en sentido longitudinal y transversal a la sección de la trabe.

La conexión en sentido longitudinal se logra por medio de las ménsulas de apoyo con las que cuenta cada trabe en sus extremos.

Considerando que la trabe central es la que descansa sobre la trabe de apoyo al momento del montaje, las ménsulas de apoyo para ambas son de geometría diferente, tal como se muestra en la figura siguiente:

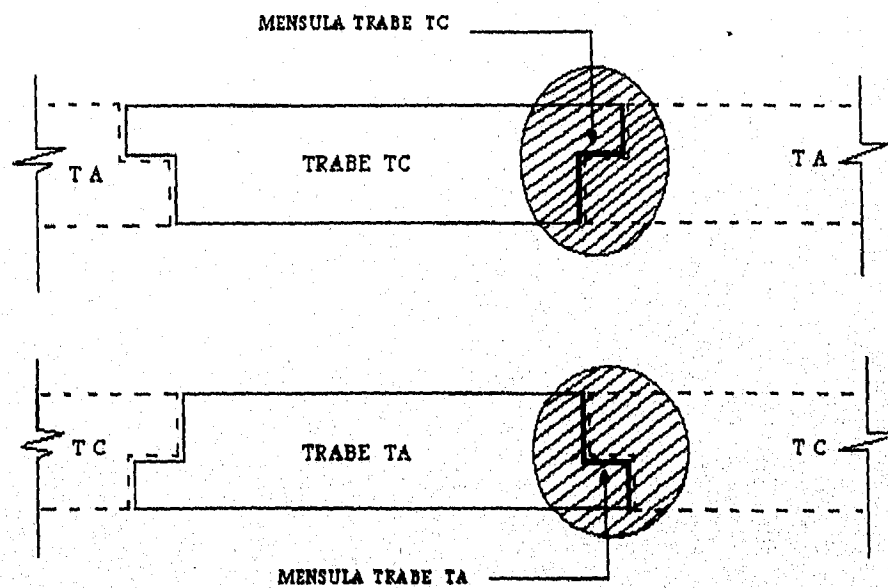


FIGURA VI.5

La función de la ménsula de la trabe de apoyo es la de recibir el montaje directo de la trabe central.

La construcción de esta ménsula es a base de acero de refuerzo $f_y = 4\ 200\text{ Kg/cm}^2$ con varilla de Nos.4 y 12.

En ambos extremos de este tipo de traves cada ménsula contará además con dos pernos circulares del No.10 ($\varnothing = 3.18$ cm) de acero de alta resistencia con 8 cm de rosca estándar en el extremo superior para que embonen con la trabe central, tal como se muestra en la figura siguiente:

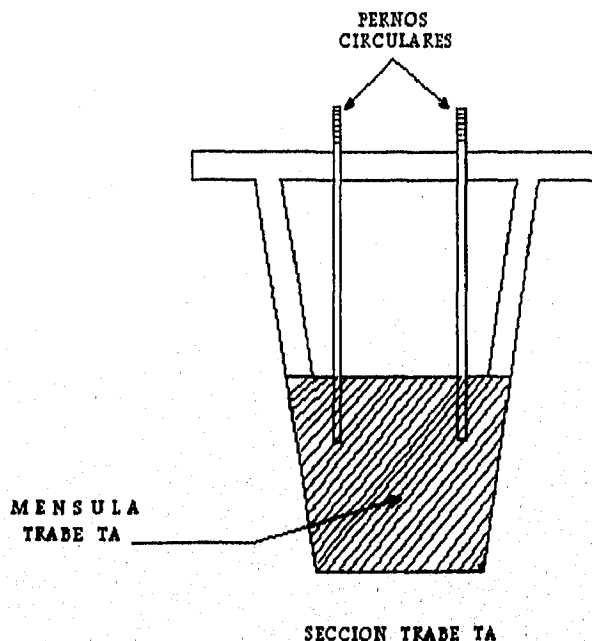


FIGURA VI.6

El armado de las ménsulas de apoyo para las traves centrales es similar al de las traves de apoyo, con acero $f_y = 4\ 200$ Kg/cm² y varillas de Nos.4 y 12. Su diferencia radica en que cuentan con dos orificios circulares que servirán para que embonen con los pernos de la trabe de apoyo al momento del montaje, como se muestra en la siguiente figura:

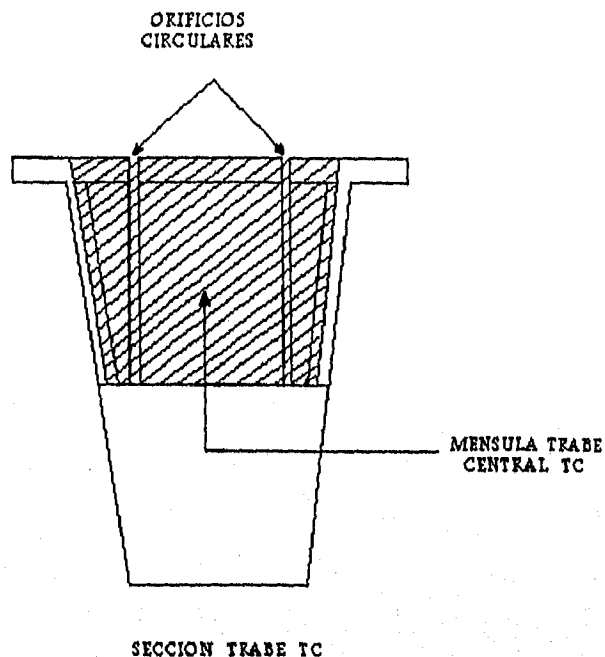


FIGURA VI.7

Además de los accesorios antes descritos, las ménsulas de apoyo cuentan en sus bordes con placas de acero de espesor 1.9 cm y ángulos de acero de 10x10x0.95 cm colocados en todo su borde con la finalidad de evitar despostillamientos.

Con el fin de evitar el contacto directo del concreto, proporcionar uniformidad de contacto para la transmisión de las cargas entre traves de apoyo y centrales, además de proporcionar flexibilidad a la estructura, fué necesaria la colocación de unos accesorios para el apoyo de las polveras. Estas consisten en dos placas de acero montadas una con otra, separadas entre sí por una placa de neopreno, las cuales se funden en moldes bajo presión o calor para obtener las dimensiones de proyecto.

Para las traves de apoyo, el accesorio consiste en una placa de acero con dos placas pequeñas en los extremos colocadas en forma de canal para servir a la polvera como guía, mientras que para la trabe central consiste en una placa de acero con 4 ranuras para que se apoyen las polveras.

CAPITULO VI. O B R A C I V I L

Para dar cierta movilidad a la estructura, la colocación de las polveras permite proporcionar dos tipos de apoyos entre la unión de la trabe central y la de apoyo, estos apoyos son fijos y móviles.

El apoyo fijo lo proporciona la polvera que contiene una ranura de tipo circular, mientras que para el apoyo móvil la ranura de la polvera es del tipo oblonga.

Asimismo, para evitar el contacto directo entre el apoyo de las traveses, fué necesario colar en obra dos bases de mortero con forma trapezoidal sobre las ménsulas de las traveses de apoyo llamados "zoclos de nivelación" fabricados con mortero tipo grout con resistencia mínima de 400 Kg/cm².

Sobre estas piezas se colocan también apoyos de neopreno tipo sandwich, shore A-60 de 35x40x5.7 cm y 25x30x4.4 cm. Las traveses centrales se apoyan directamente sobre estas piezas y una de sus funciones es amortiguar los movimientos generados sobre la superficie de rodamiento por el tránsito vehicular.

La conexión de las traveses de apoyo con las centrales en sentido transversal la proporciona la colocación de unos diafrámas metálicos de tubos de acero de 4" de diámetro ced. 40, los cuales van soldados en el costado inferior de la trabe a una placa de acero de 21x21x2.5 cm, localizada también en su costado inferior.

Las traveses que libran el claro central llevan además un refuerzo de tubo de acero de 8" de diámetro ced. 40 soldado a unas placas de 30x30x2.54 cm ubicadas en los costados internos de ellas.



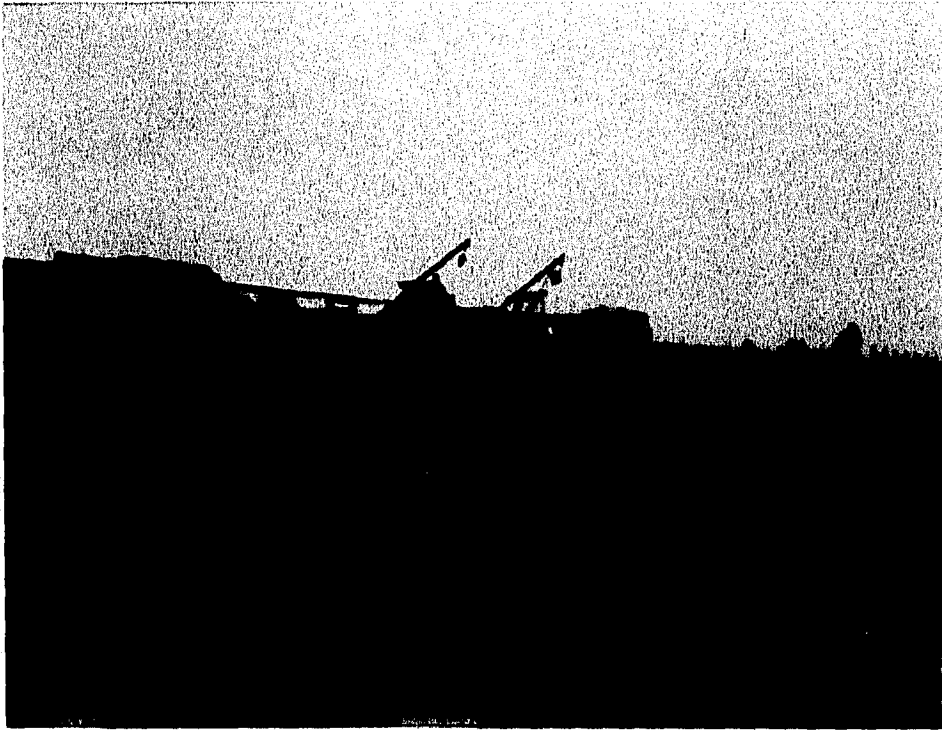
VI.6 PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PASO PEATONAL ADOSADO AL PUEBTE

Adicionalmente a la construcción del puente vehicular y aprovechando la superestructura de éste, se proyectó un puente peatonal con el propósito de cruzar la Av. Central. El paso peatonal tiene una longitud de 100.77 m y está ubicado en ambos costados de las traveses prefabricadas en su zona central. Se construyó con el fin de evitar la posible invasión de peatones sobre la vialidad del puente provocando con ello posibles accidentes.

A continuación describiré de forma general el proceso constructivo del paso peatonal:

Debo mencionar en primer lugar que tanto las traveses de apoyo y centrales que libran el claro principal del lado norte y sur cuentan en sus costados inferiores con placas metálicas de dimensiones 40x32x3.18 cm que recibirán al tubo de acero que compone la pasarela o paso peatonal, dichas preparaciones son elaboradas en la planta de fabricación de los elementos prefabricados.

En la parte superior de estas traveses se coloca un accesorio elaborado en obra para recibir el tubo de acero formando marcos. Este accesorio está compuesto por dos placas de acero de 40x32x3.18 cm unidas mediante 4 varillas del No.10 y colocadas en la parte superior de las traveses que libran el claro central fijas con soldadura. La separación de los accesorios es de 2.04 m en la mayor parte de la zona donde se alojan, excepto en el acceso y centro de la pasarela en donde esta separación es diferente.



CAPITULO VI. O B R A C I V I L

Una vez que se concluyó con la colocación de los accesorios se creó una sección de banqueta de 0.47x0.80 m donde estos quedan ahogados. El concreto utilizado tiene una resistencia de $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$.

La estructura de la pasarela está compuesta por tubo de acero de 10" de diámetro céd.80. Para el montaje de esta estructura se coloca en primer lugar una pieza de 2.93 m en la parte inferior del costado de la trabe fijándola a la placa antes citada con algunos puntos de soldadura, formando un ángulo de $52^\circ 41' 20''$ respecto al eje de ésta, auxiliándose para este montaje de una retroexcavadora implementada para este fin con ayuda de cables para sostener la pieza y colocarla en su posición definitiva.

Posteriormente se coloca una sección en "L" del tubo de acero mencionado sobre la pieza ya montada fijándola con soldadura formando un marco. Este proceso se repite hasta formar 96 marcos en el lado norte y sur de las traveses (48 por lado).

Cabe mencionar que el número de marcos debió corregirse, ya que en el proyecto original se indicaba que el número de estos era de 50 por lado; pero por razones técnicas se vió disminuído.



Concluida la etapa anterior, se procede a colocar una lámina acanalada llamada losacero sección 3 calibre 20 sobre la estructura de la pasarela fijándola con vagueta de 3/4"x3/16" y soldadura. Posteriormente se coloca malla electrosoldada 6x6-10x10 y tubería para instalación eléctrica, tanto en la zona de pasarela como en la zona de bahía sobre el puente, tras previo relleno de tezontle para alzar el nivel de banqueta. Realizado lo anterior, se coloca un firme de mortero de 5 cm de espesor para uniformizar la superficie. En la banqueta de la zona de bahía se da un acabado escobillado.

Simultáneamente a estas actividades se procede a la colocación de la protección de la pasarela, la cual estará compuesta por malla criba 2"x2"x3/16" sujeta con vagueta de 3/4"x3/16" soldada, colocada en sus costados.



También durante esta etapa se inicia con la construcción de las escaleras de acceso al puente, proceso que describiré posteriormente.

El acabado del piso de la banqueta sobre puente es escobillado, mientras que en el de la pasarela es con mármol de 50x50x2.5 cm y pendiente del 1%.

Los accesos a la pasarela cuentan con puertas de dos hojas con tubo de acero de 1 y 2" de diámetro céd. 40 acabado esmaltado y lámina de acero cal. 1/8" en la zona inferior de éstas. Las dimensiones de las puertas son de 2.243x2.458 m, además de contar con los accesorios propios de éstas.

CAPITULO VI. O B R A C I V I L

Para el acceso a las pasarelas del puente se cuenta con cuatro escaleras peatonales (dos al poniente s-n y dos al oriente s-n).

Las escaleras comienzan en un semicírculo de radio exterior de 2.76 m con sección transversal de 1.79 m (lado oriente) y 1.57 m (lado poniente), tienen un descanso horizontal de 2.50 m continuando con otros dos semicírculos y dos descansos más correspondientes a los niveles de pasarela y de banqueta sobre puente, respectivamente. Las escaleras tienen forma de "S", mientras que los peraltes de los escalones son de 18 cm y las huellas de 30 cm.

La estructura de las escaleras cuenta con dos columnas circulares de 0.70 m de diámetro, armadas con 10 varillas longitudinales del No.10 y para absorber el esfuerzo cortante cuenta con zunchos del No.4 con paso de 7 cm. Su geometría arquitectónica y constructiva es idéntica a la ya descrita, además se desplantan de la cimentación formada por los cajones C5 (pte) y C7 (ote). Las rampas y descansos que conforman la escalera se apoyan sobre trabes de sección variable de 50x25 cm y 35x20 cm con acero de refuerzo de Nos.6,8 y estribos del No.3, mientras que el refuerzo utilizado en las rampas y escalones es del No.3 y estribos del No.2.

El concreto de los elementos estructurales que forman las escaleras tienen una resistencia de 250 Kg/cm², excepto las columnas cuya resistencia es de 300 Kg/cm². Se dará un acabado escobillado a los escalones y tipo espejo a las columnas.

Para la construcción de las escaleras se procedió de la siguiente manera:

Inicialmente se arman, se cimbran y cuelan las columnas en tres etapas, utilizando para ello cimbra metálica debidamente reforzada para evitar deformaciones y alterar el acabado final de las mismas.

A continuación se procede a cimbrar la rampa y el descanso con cimbra de madera común, una vez realizado y verificado lo anterior se procede a colocar el acero de refuerzo en la rampa, escalones y descanso para continuar con el colado de este elemento, dando por terminada la primera etapa de este proceso. Esta etapa se repite dos veces más hasta llegar al nivel superior del puente.

Para terminar con la construcción de las escaleras, una vez concluidos los trabajos de albañilería, se coloca un barandal formado por tubo de acero de 4 y 6" de diámetro céd.40 fijo al armado de la escalera por medio de placas metálicas de 30x30x1.9 cm y soldadas al arco eléctrico.



El barandal está formado por dos barras horizontales de 4" y una barra vertical de 6" que sirve como apoyo, el barandal tiene una altura de 1.15 m y cuenta además con una protección de malla criba de 2"x2"x3/16" sujeta con vagueta de 3/4"x3/16".

El acabado del barandal será con pintura epóxica en color rojo igual al utilizado en la barra de contención del puente y cumple con las mismas características de calidad.

VI.7 PROCESO CONSTRUCTIVO DE TERRACERIAS Y PAVIMENTOS

VI.7.1 TERRACERIAS

Una vez que se colocaron tanto el relleno aligerado como la membrana geotextil en las rampas de acceso, se tenderá la capa de sub-base con espesor de 20 cm, la cual se formará a su vez por dos capas cuyo espesor máximo de cualquiera de ellas será del 60% respecto al total. El tendido se realizará con humedad cercana a la óptima procediendo a compactar con rodillo vibratorio hasta alcanzar el 90% de su peso volumétrico seco máximo de acuerdo a la prueba Porter.

Para dar por terminada la construcción de esta capa deberá verificarse el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo al fijado en el proyecto.

Posteriormente se tenderá la capa de base con espesor de 15 cm, debiendo recibir el mismo tratamiento que la capa de sub-base hasta alcanzar una compactación del 95% de su peso volumétrico seco máximo de acuerdo a la prueba Porter.



CAPITULO VI. O B R A C I V I L

Debido a que se requirió de preparar áreas para vialidades de desvío sobre la Av. Central, así como restituir áreas pavimentadas en zonas aledañas bajo el puente, fué necesario llevar a cabo el siguiente tratamiento en dicha zona.

Se excavará toda el área que ocupa la vialidad a 0.50 m bajo el nivel del terreno natural con equipo mecánico ligero, el fondo de la excavación se escarificará 15 cm retirando cualquier material que pudiera ser nocivo al comportamiento del pavimento, debiéndose recompactar al 80% (mínimo) respecto a la prueba AASHTO Estándar.

Tiempo seguido se colocará una capa de 30 cm de espesor de relleno aligerado (tezontle) en todo el ancho de la vialidad, el cual no deberá contener más del 30% de fragmentos mayores a 4" y no más del 5% de fragmentos mayores de 8". Además, se colocará al 90% (mínimo) de su densidad relativa (Dr) con equipo ligero de compactación (rodillo vibratorio).

Sobre el relleno aligerado, se colocará la capa de sub-base de 20 cm de espesor con material limo-arenoso (tepetate). Esta a su vez, se formará con dos capas cuyo espesor máximo de cualquiera de ellas será del 60% del total, debiendo compactar con equipo vibratorio.

Cabe mencionar que la estructura del pavimento de las vialidades de desvío, llevará adicionalmente una capa de 20 cm como base con material limo-arenoso, mientras que las áreas donde se restituirá la estructura de pavimento (áreas secundarias bajo puente) no cuentan con ésta capa.

Una vez que se colocaron las capas de rellenos, sub-bases y bases, se estará en condiciones de recibir la carpeta asfáltica con sus respectivas preparaciones.

VI.7.2 P A V I M E N T O S

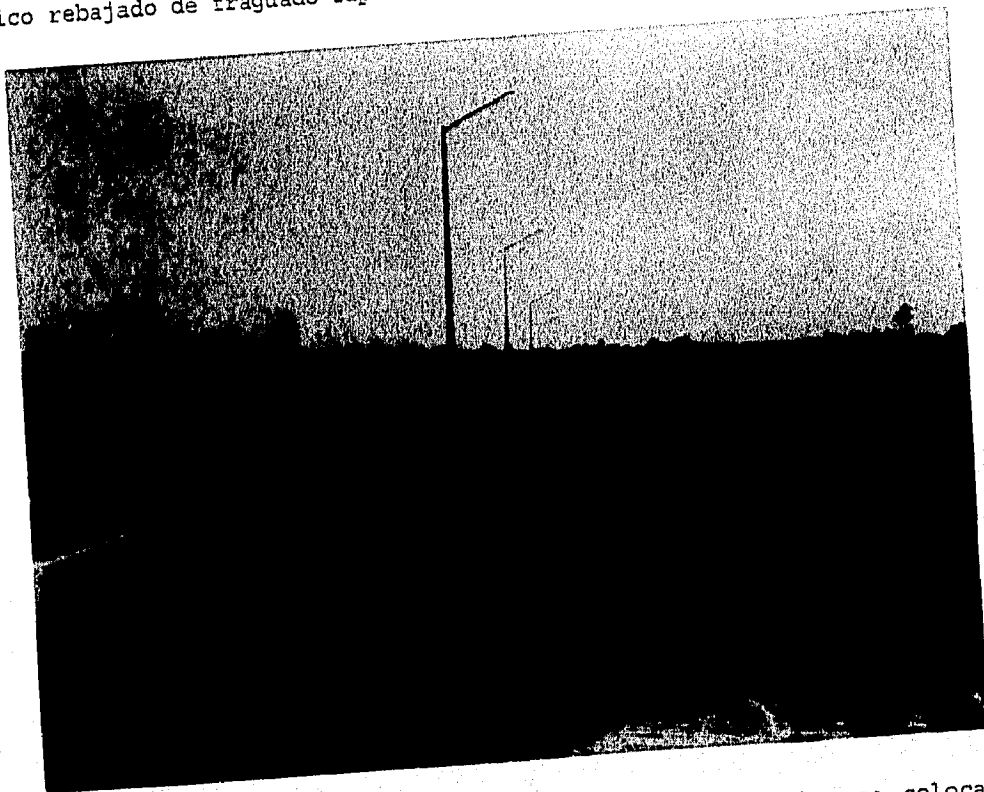
Una vez que se cuente con el firme de compresión en toda la longitud del puente y se haya colocado el parapeto metálico que va ahogado en éste, así como los diafrámas metálicos que unen estructuralmente a las traveses y habiendo dejado las preparaciones necesarias para las instalaciones faltantes, se podrá continuar con los trabajos de asfaltado que constituirán el sistema de piso de la vialidad sobre el puente.

La carpeta asfáltica o superficie de rodamiento tendrá un espesor de 10 cm a lo largo de la superficie de las rampas de acceso y de 7 cm sobre el firme de compresión.

CAPITULO VI. OBRA CIVIL

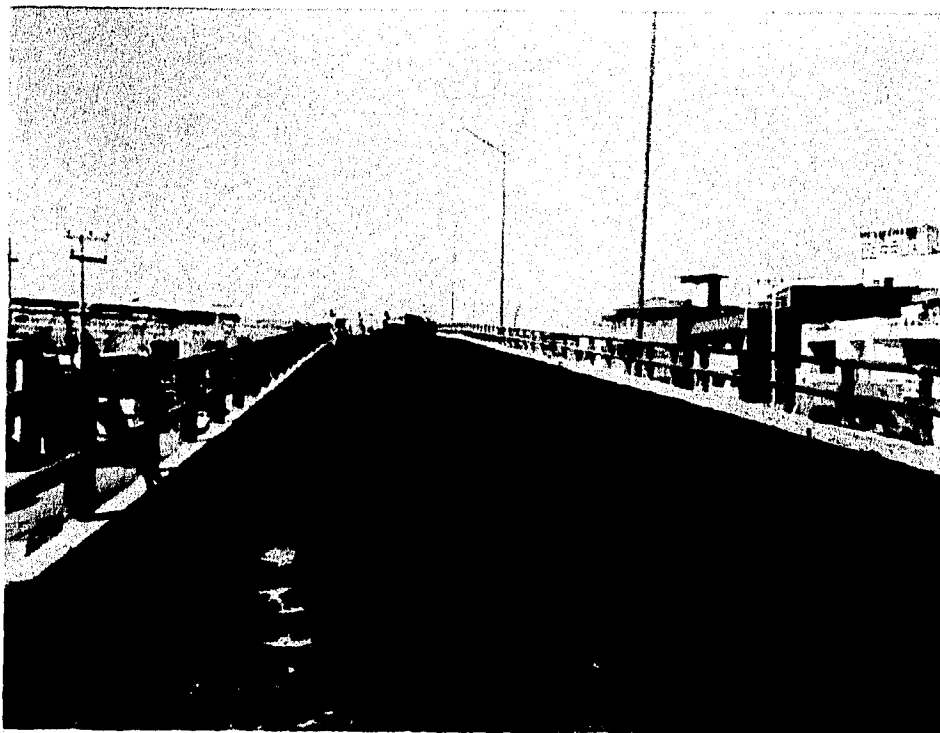
Sobre las bases compactadas de las rampas de acceso y libres de partículas sueltas se aplicó un riego de impregnación con asfalto FM-1 a razón de 1.2 lt/m^2 ; este riego se omite sobre el firme estructural. Además debe aplicarse de preferencia en las horas calurosas del día en forma uniforme y estará superficialmente bien adherido, la penetración del riego será como mínimo de 4 mm en la base y la absorción total deberá presentarse en no más de 24 horas.

Transcurridas 48 horas se aplicará el riego de liga sobre la base en la zona de rampa y sobre el firme estructural en el tramo principal del puente, debiendo permanecer secos y libres de partículas sueltas. El riego será a base de material asfáltico rebajado de fraguado rápido FR-3 a razón de 0.6 lt/m^2 .



Después de 30 minutos de haber aplicado el riego de liga se colocará la carpeta asfáltica mediante el tendido y compactado de mezcla elaborada en caliente utilizando cemento asfáltico. El tendido se realizó por medio de una pavimentadora a una temperatura de 110 grados centígrados.

En la colocación y compactación de la carpeta deberán tomarse las lecturas de temperatura de llegada, tendido y compactación, las cuales no deben ser menores de 115° C , 105° C y 90° C , respectivamente.



Los riegos de impregnación y liga se realizan por medio de una petrolizadora formada por un camión en cuya parte posterior lleva un tanque termo, constituido por quemadores de gas o petróleo que mantienen la temperatura adecuada del producto asfáltico.

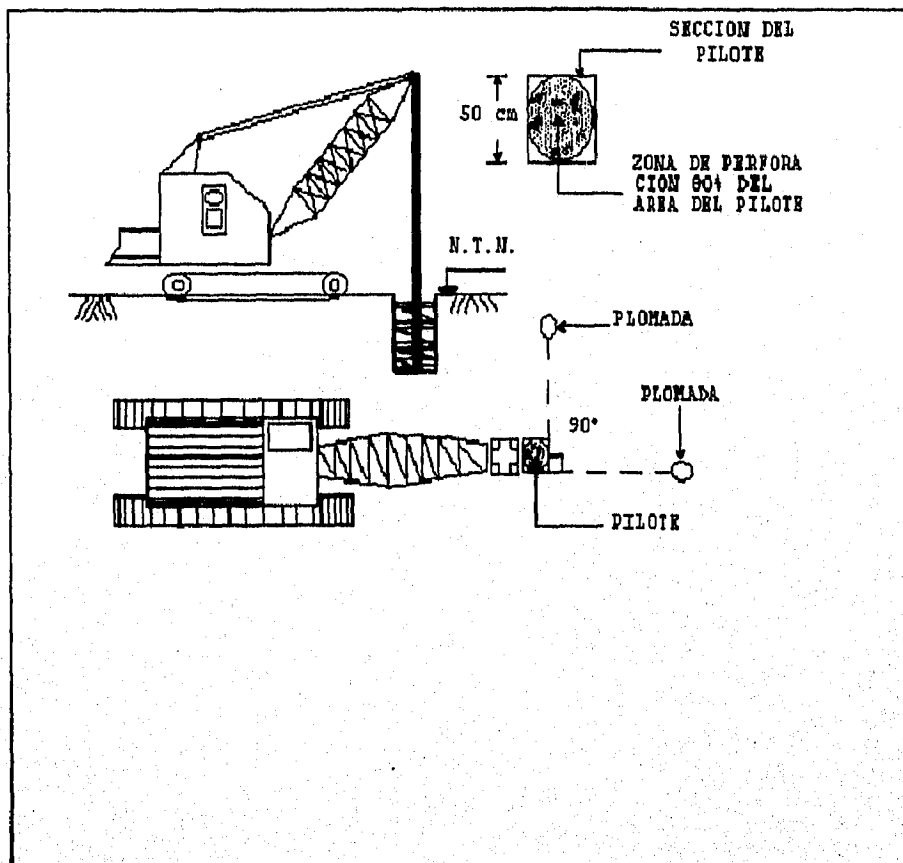
Una vez recibida la carpeta asfáltica y que esta haya adquirido la temperatura ambiente deberá barrerse y dejarse libre de impurezas para posteriormente aplicar Cemento Portland tipo I en seco a razón de 0.75 Kg/m^2 tallándose enérgicamente con cepillos de fibra contra la superficie, a fin de que penetre en la carpeta asfáltica. Después se adicionará agua a razón de 1.5 lt/m^2 aproximadamente para formar una lechada de consistencia media, la cual se distribuirá y tallará en la forma descrita para garantizar la penetración del cemento hasta lograr una superficie uniforme.

Este proceso de pavimentación se repetirá tanto en las áreas de restitución de pavimentos bajo puente como en las áreas para vialidades de desvío, con la diferencia que los espesores de carpeta serán de 8 y 10 cm, respectivamente en éstos casos.

A N E X O

D E

F I G U R A S

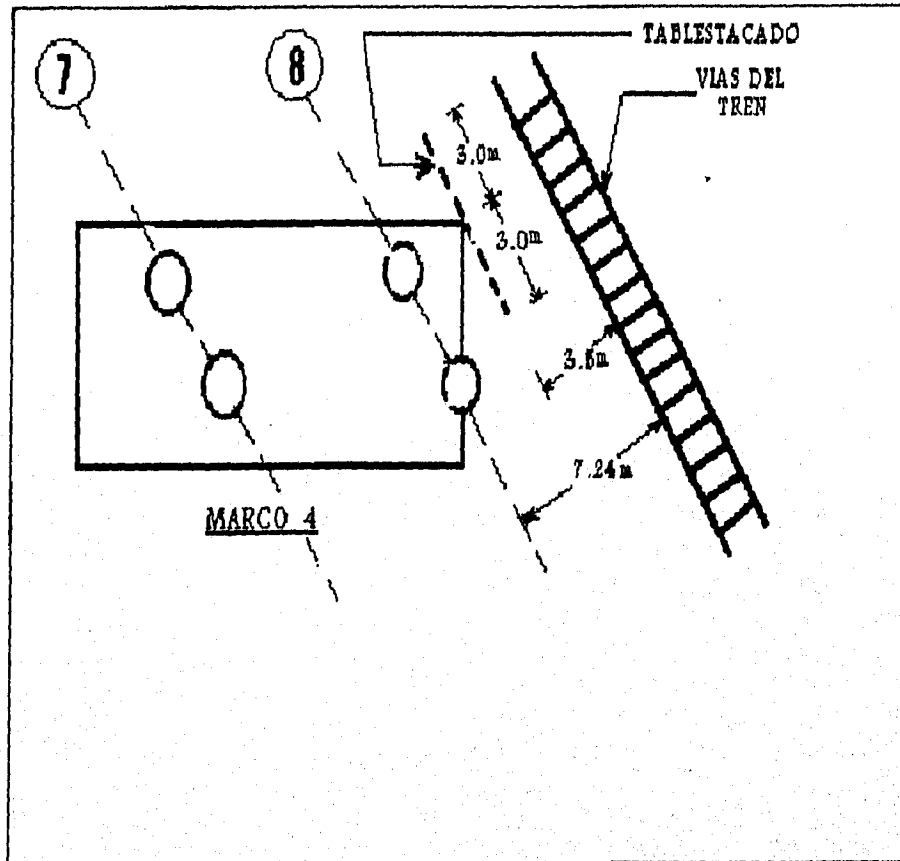


U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL

CAMPUS ARAGON

FIGURA VI.1 PERFORACION PREVIA DE PILOTES

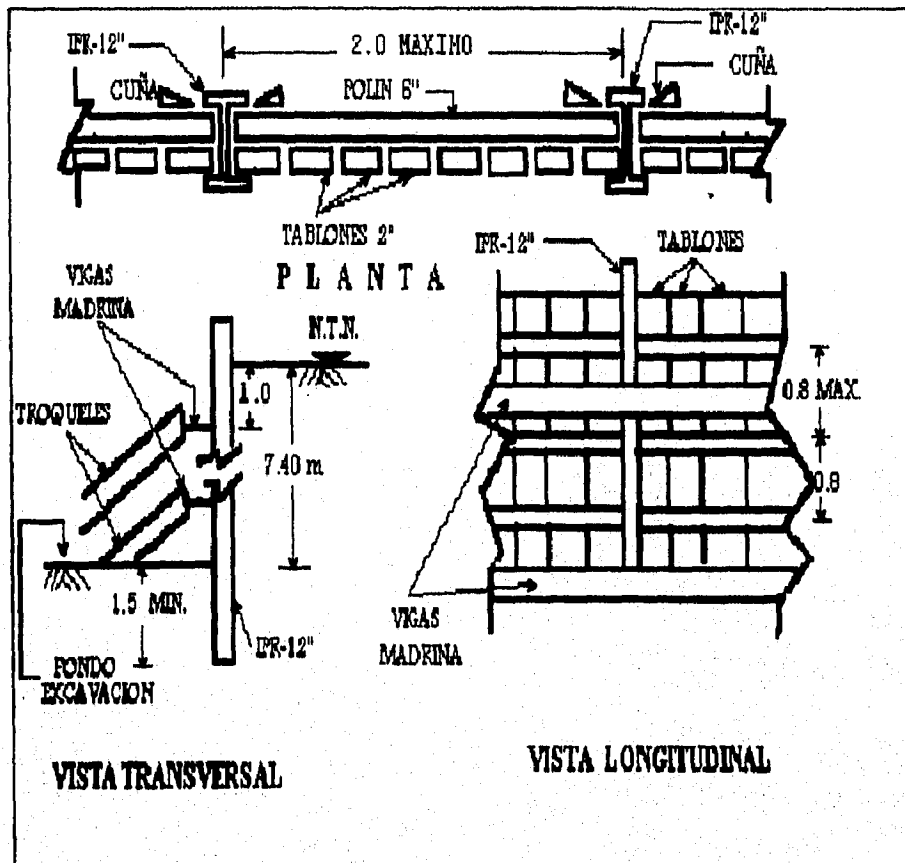


U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL

CAMPUS ARAGON

FIGURA VI.2 ESTRUCTURA DE ADEME EN EL MARCO No. 4

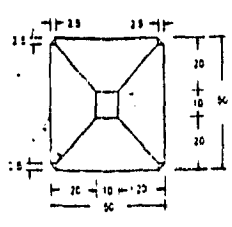
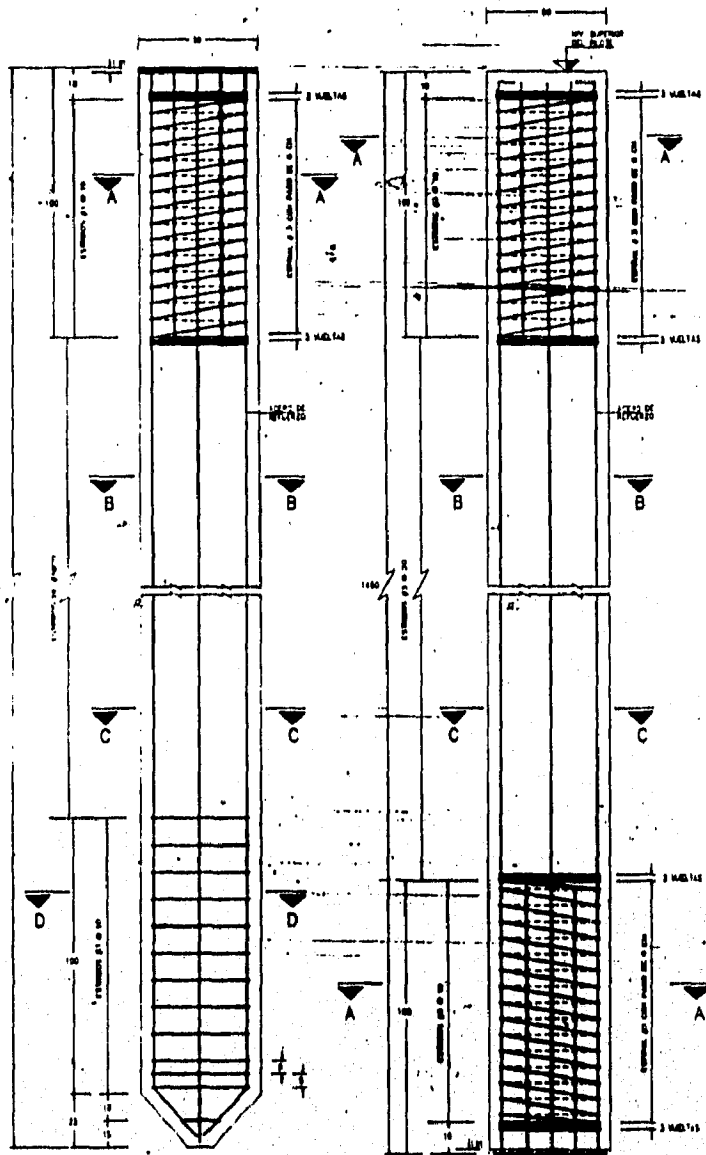


U. N. A. M.

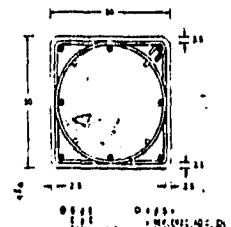
TESIS PROFESIONAL

CAMPUS ARAGON

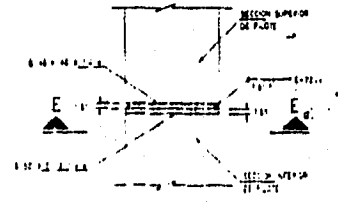
FIGURA VI.3 SISTEMA PROVISIONAL DE ADEME A BASE DE VIGUETAS IPR - 12\"



VISTA 1 - 1



CORTE A - A



DETALLE - 1

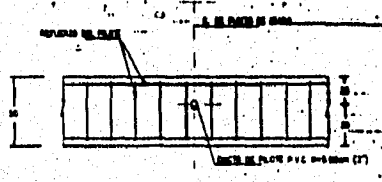
SECCION - A
DEL PILOTE

SECCION - B
DEL PILOTE

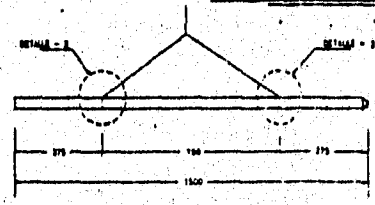
ELEVACION

SECCION -

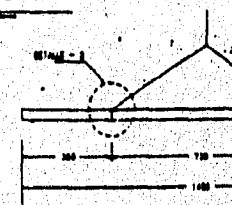
IZAJE DE PILDOTES



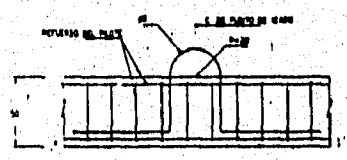
OPCION - 1



SECCION - A
(PARA ALMACENAJE)

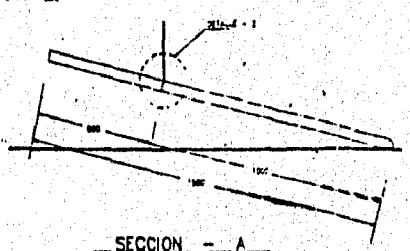


SECCION -
(PARA ALMACEN)

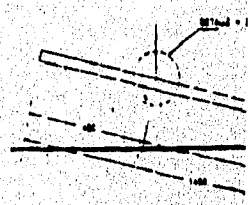


OPCION - 2

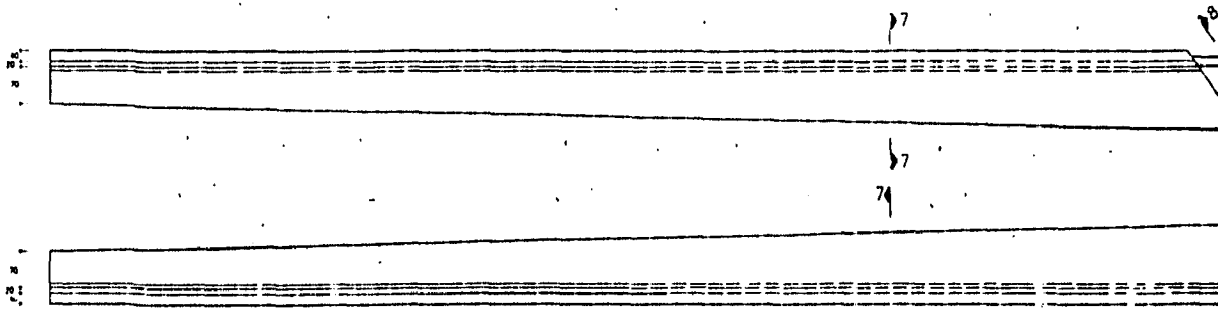
DETALLE - 2



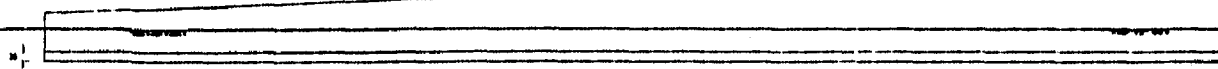
SECCION - A
(PARA HINCADO)



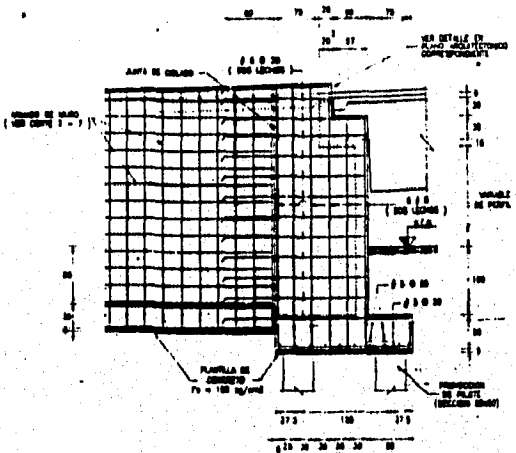
SECCION -
(PARA HINCADO)



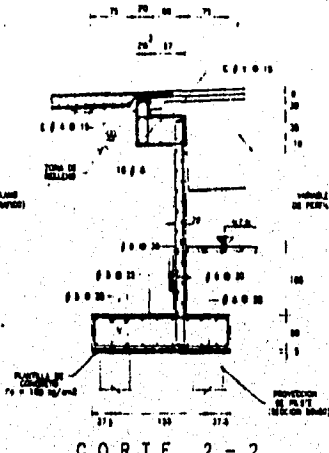
PLANTA



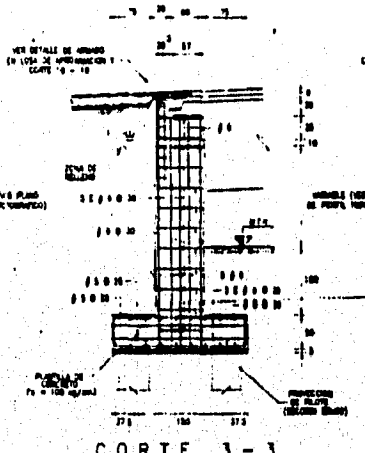
ELEVACION



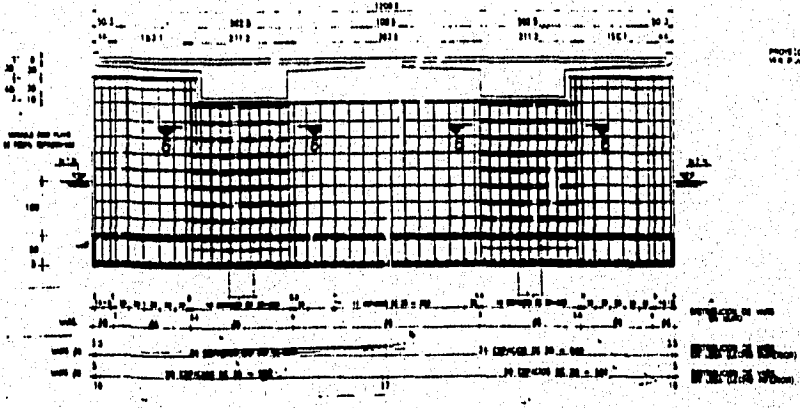
CORTE 1-1



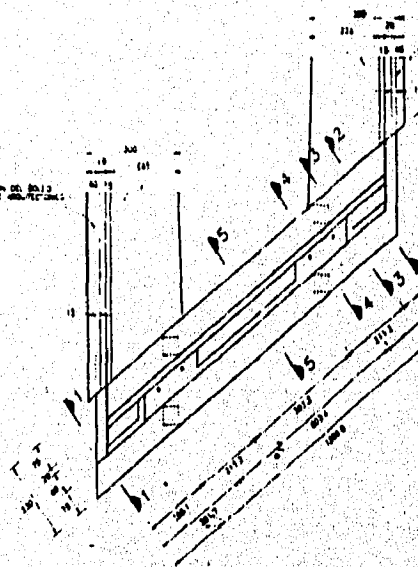
CORTE 2-2



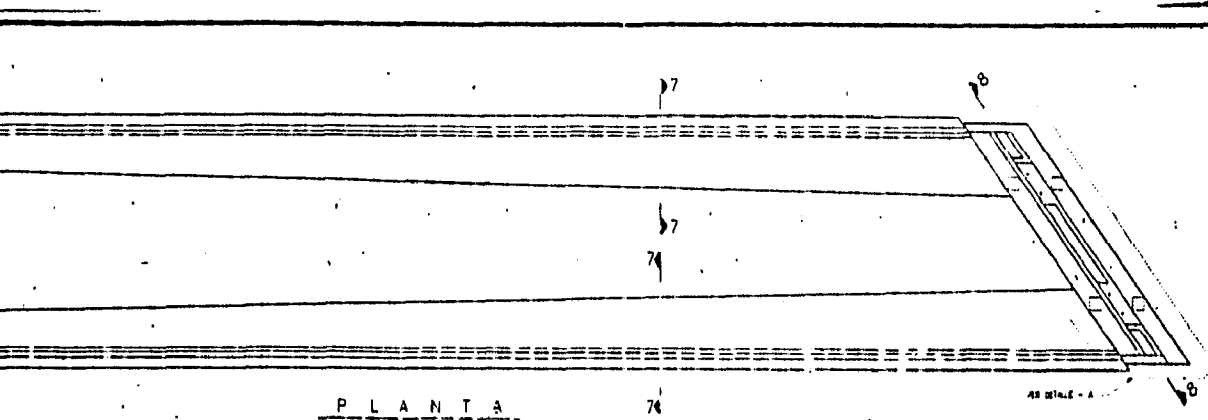
CORTE 3-3



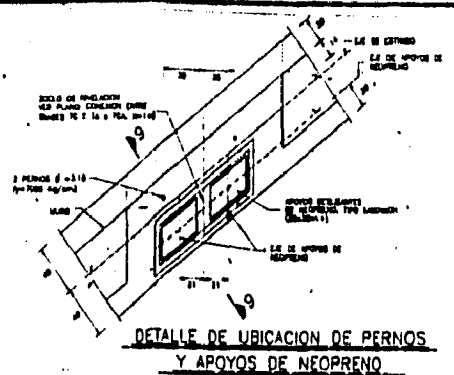
CORTE 8-8



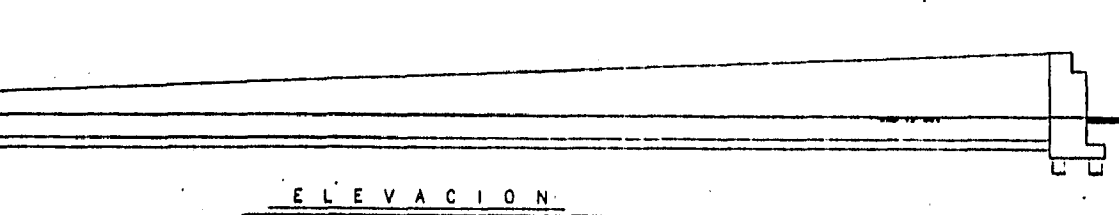
DETALLE - A



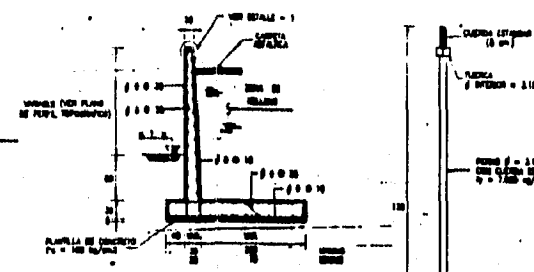
PLANTA



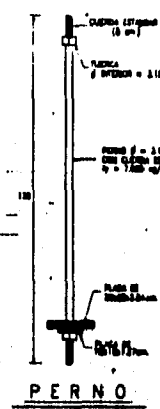
DETALLE DE UBICACION DE PERNOS Y APOYOS DE NEOPRENO



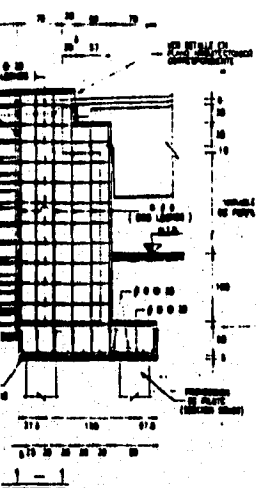
ELEVACION



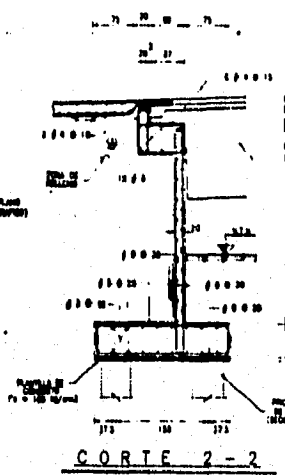
CORTE 7-7



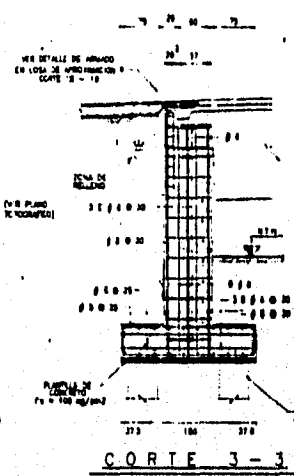
PERNO



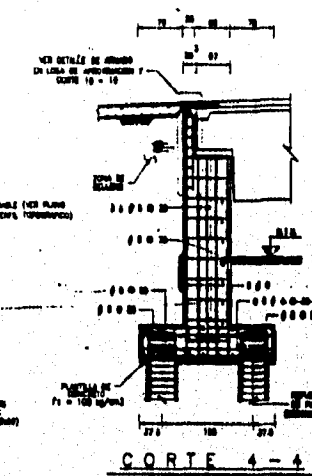
CORTE 1-1



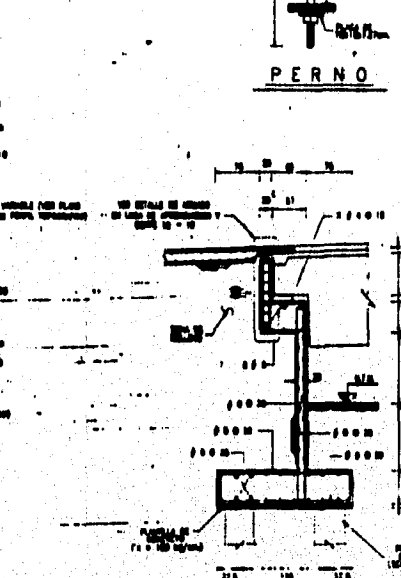
CORTE 2-2



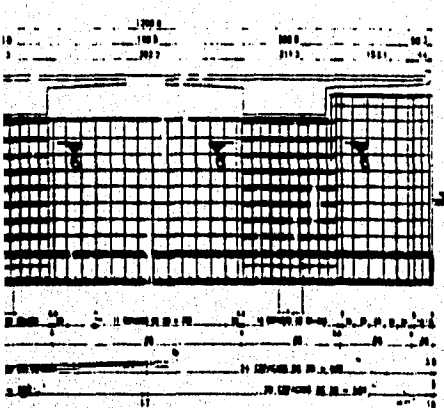
CORTE 3-3



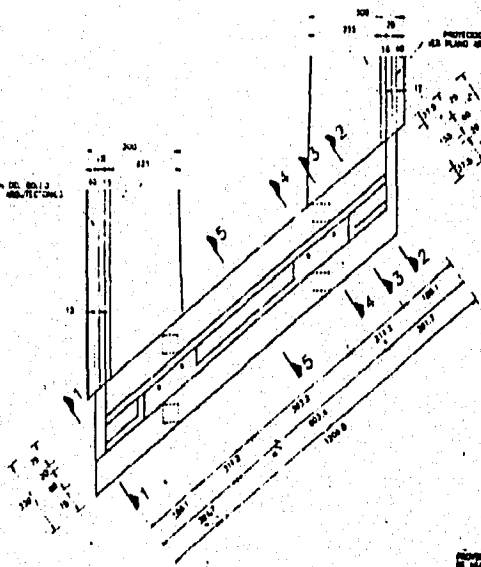
CORTE 4-4



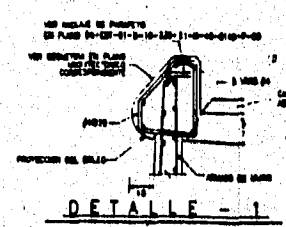
CORTE 5-5



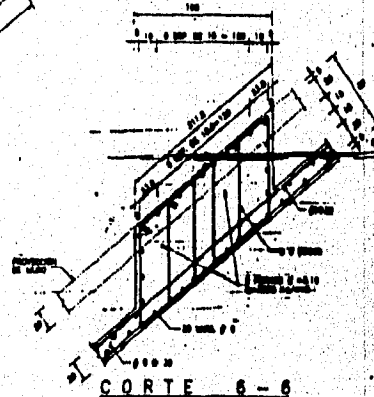
CORTE 6-8



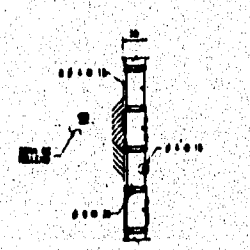
DETALLE - A



DETALLE - 1

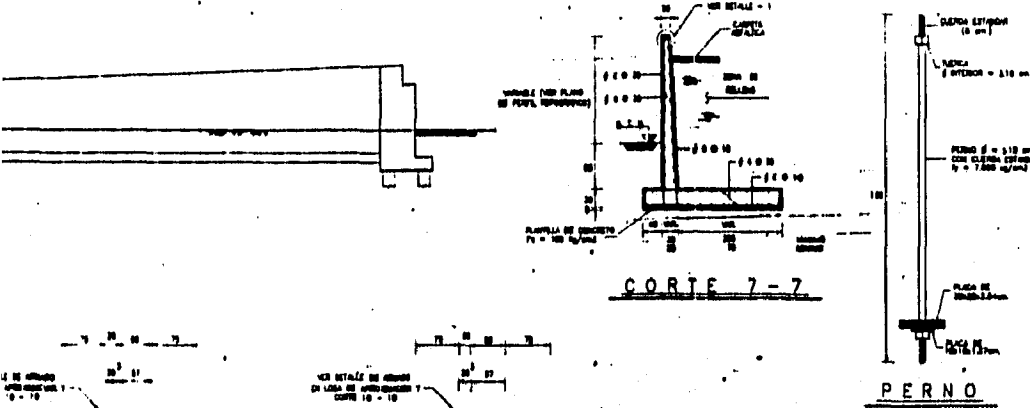
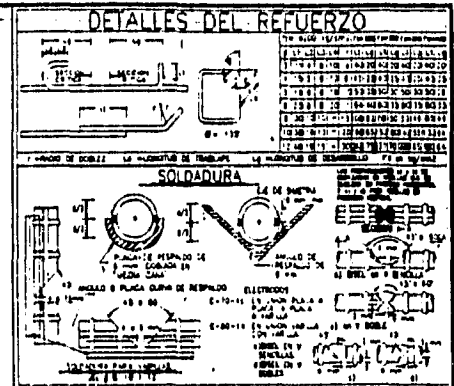
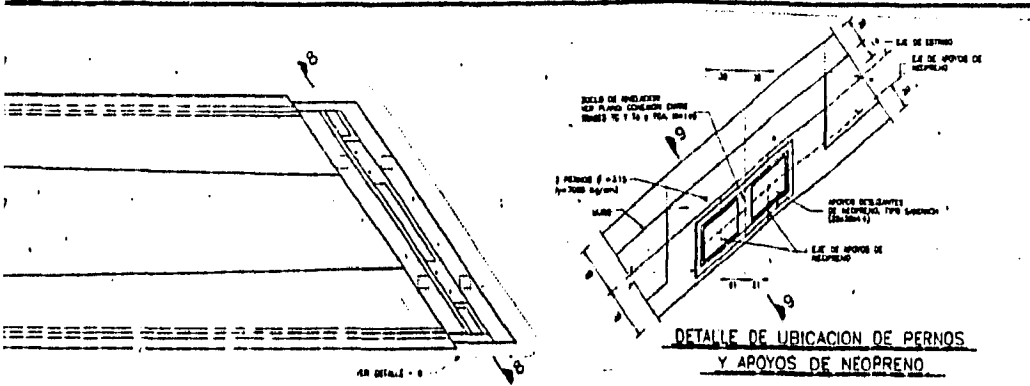


CORTE 6-6



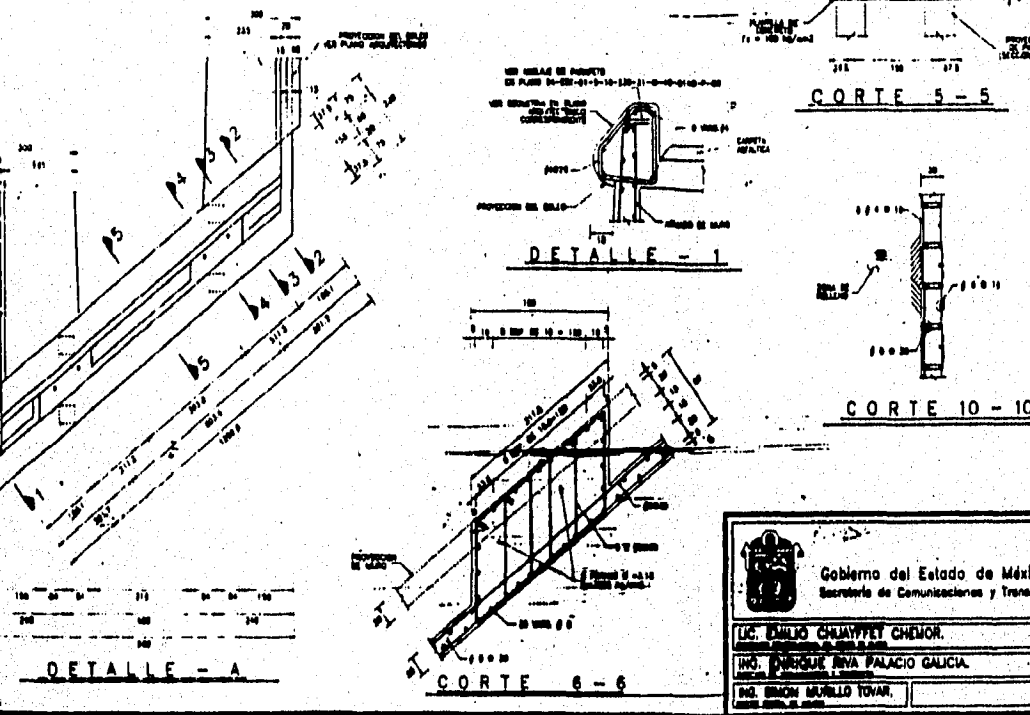
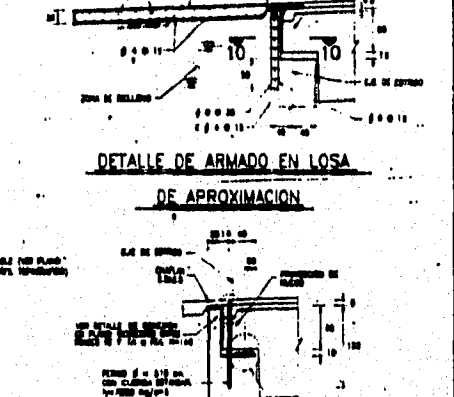
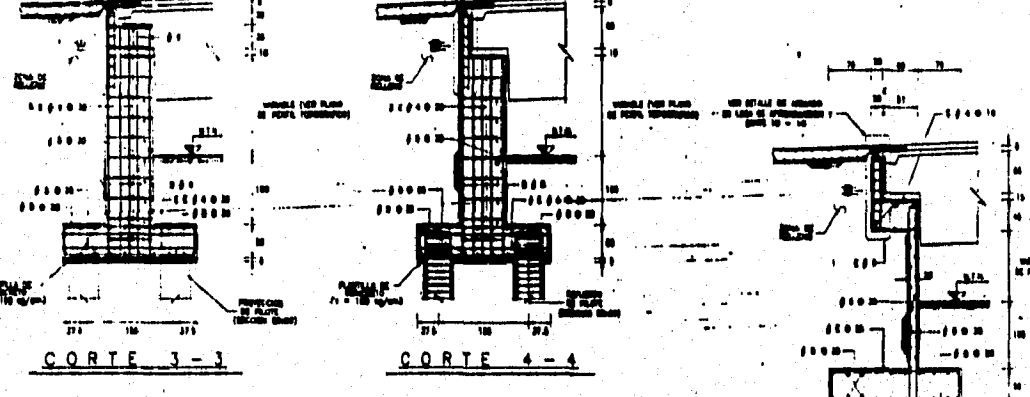
CORTE 10-10

Gobierno del Estado de México
 Secretaría de Comunicaciones y Transportes
 DR. RAÚL CHAVEZ CHENON
 INGENIERO EN CARRETERAS
 DR. JUAN PABLO PALACIO SALICRÀ
 INGENIERO EN CARRETERAS
 DR. EDUARDO GARCÍA TORRES
 INGENIERO EN CARRETERAS

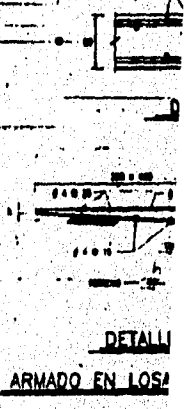
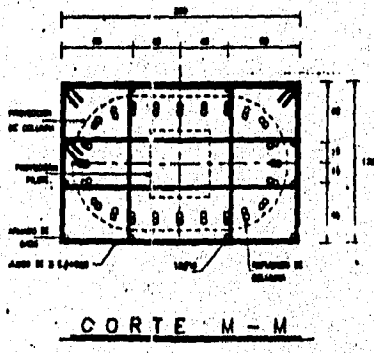
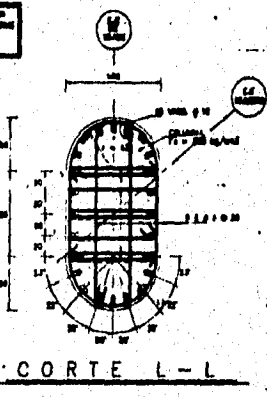
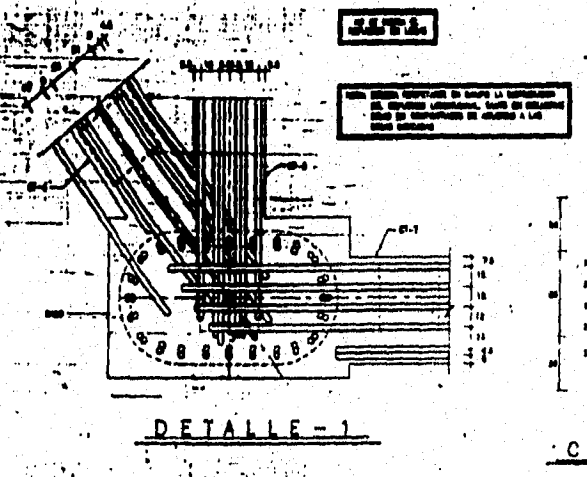
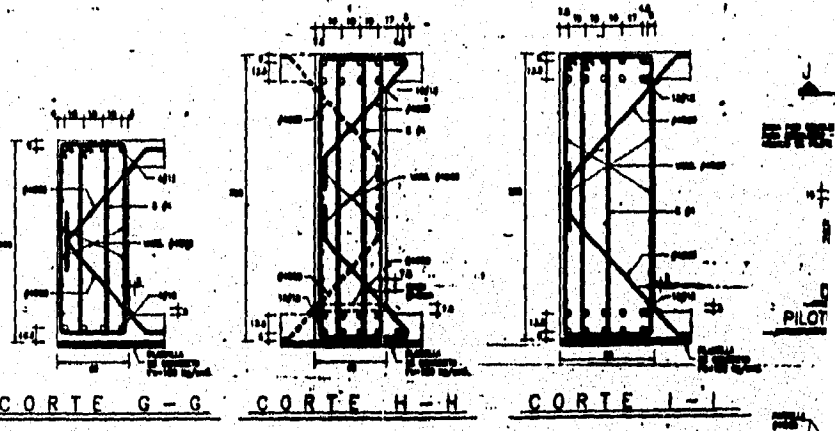
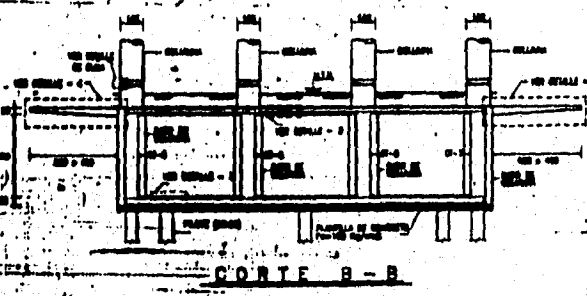
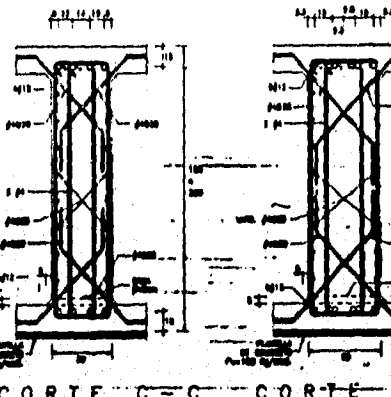
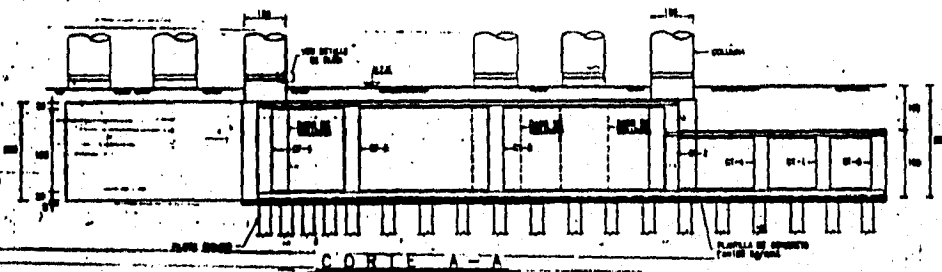
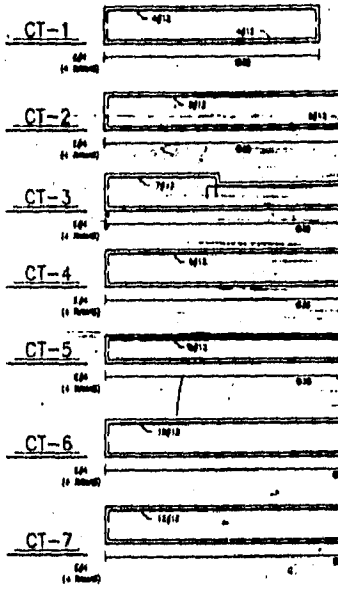
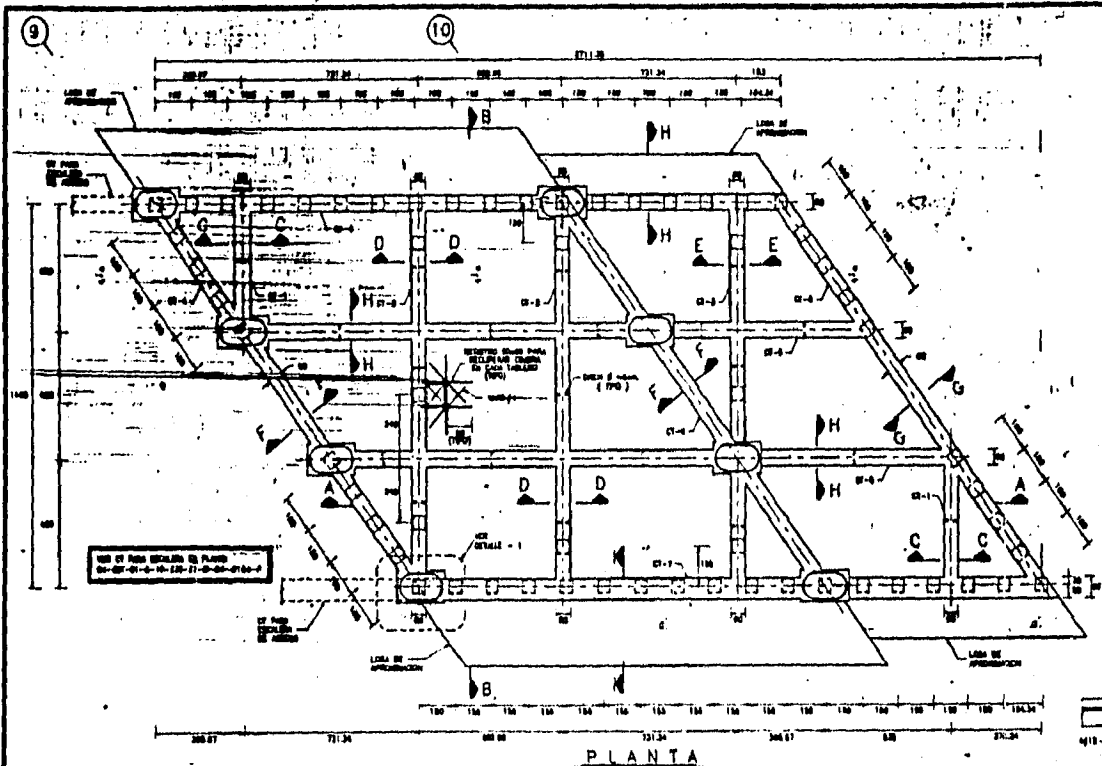


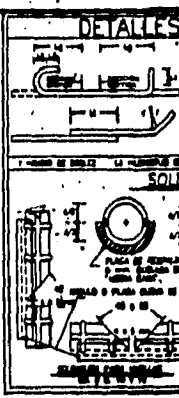
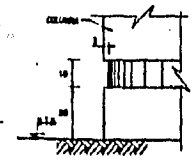
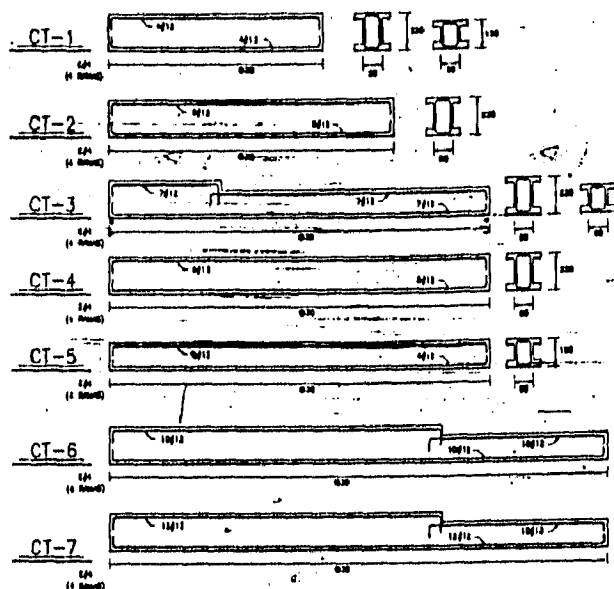
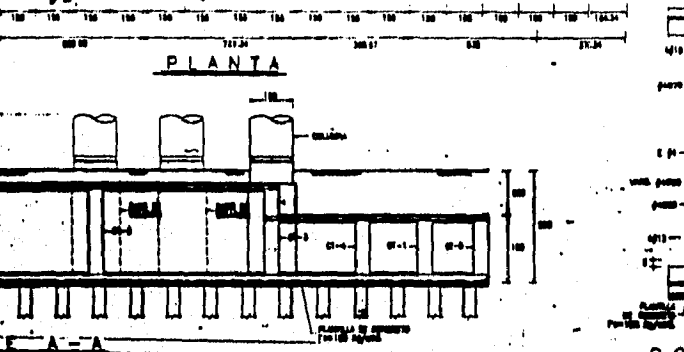
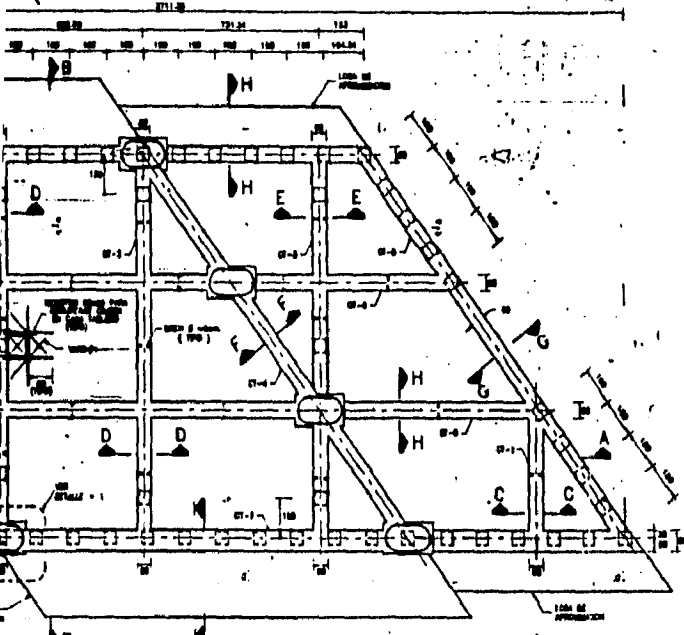
NOTAS GENERALES

- 1.- TOMAR LAS DIMENSIONES ESTAS BASADO EN CONSTRUCCIONES EXCEPTO SI SE INDICA OTRO CASO.
- 2.- LAS COTAS DEBEN SER SIEMPRE EN TANTO POSITIVAS COMO NEGATIVAS.
- 3.- LOS ACEROS DEBEN SER A LAZOS Y PUNOS CON PLUMAS ANTIROTACION.
- 4.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 5.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 6.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 7.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 8.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 9.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 10.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 11.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 12.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 13.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 14.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 15.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 16.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 17.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 18.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 19.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 20.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 21.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 22.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 23.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 24.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 25.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 26.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 27.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 28.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 29.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 30.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 31.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 32.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 33.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 34.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 35.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 36.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 37.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 38.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 39.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 40.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 41.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 42.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 43.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 44.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 45.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 46.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 47.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 48.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 49.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 50.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 51.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 52.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 53.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 54.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 55.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 56.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 57.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 58.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 59.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 60.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 61.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 62.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 63.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 64.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 65.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 66.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 67.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 68.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 69.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 70.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 71.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 72.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 73.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 74.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 75.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 76.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 77.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 78.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 79.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 80.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 81.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 82.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 83.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 84.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 85.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 86.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 87.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 88.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 89.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 90.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 91.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 92.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 93.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 94.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 95.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 96.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 97.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 98.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 99.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.
- 100.- LOS ACEROS DEBEN SER DE CALIDAD SAE 4022.

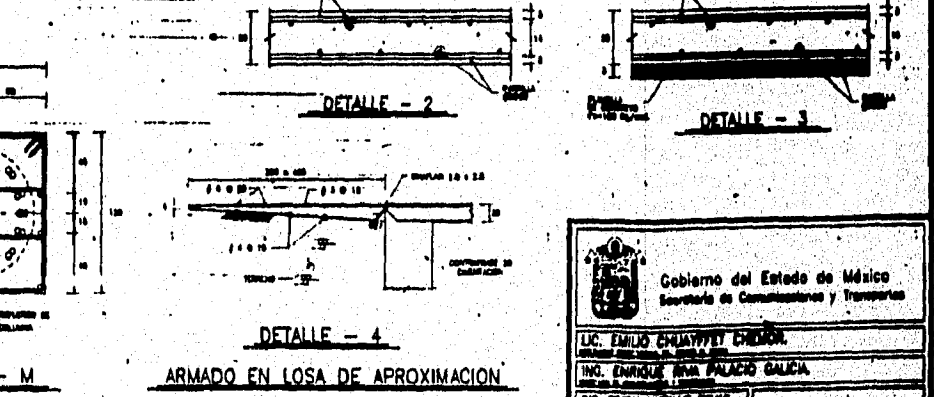
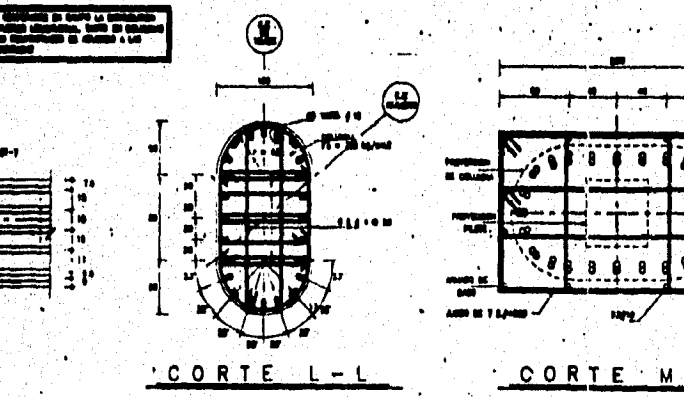
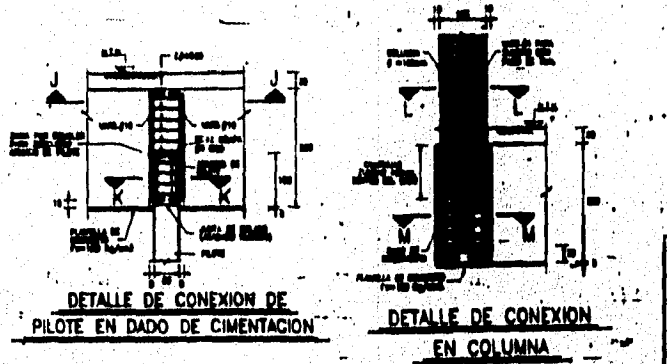
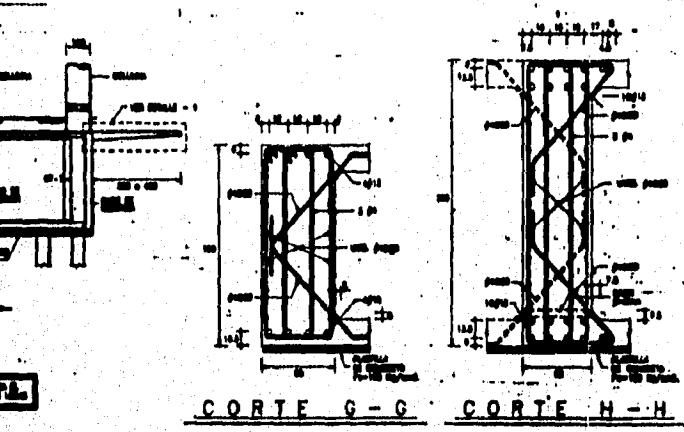
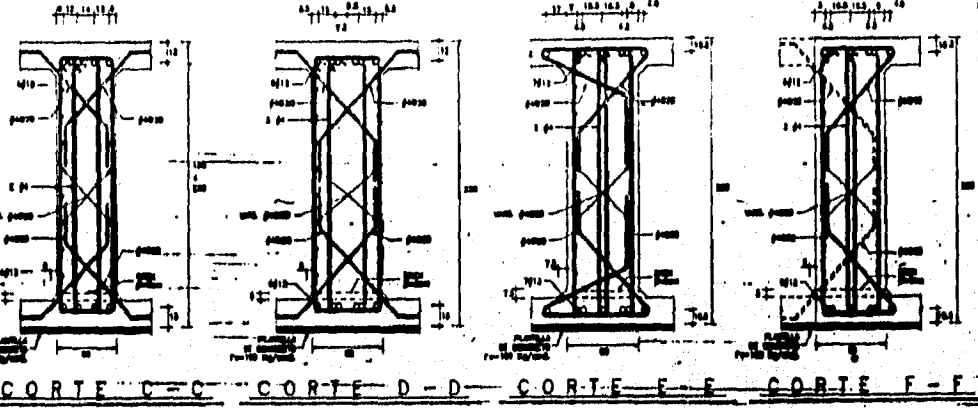


D. D. ELEVACION		COORDINACION EN PROYECTO	
1	2	3	4
5	6	7	8
CIUDAD DE MEXICO			
SECRETARIA GENERAL DE OBRAS			
COMISION DE VALIDAD Y TRANSPORTE URBANO			
VICIA GERENTE INS. SERVANDO DELGADO GONDO			
PROYECTO: PUENTE VIAL PARA CONTINENTE			
METROPOLITANO LINEA - B			
ESTRIBO Y RAMPA DE ACCESO			
E.E. 1			
GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO			
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES			
LIC. EMILIO CHUMAYNET CEMOR			
ING. OSCAR RIVERA PALACIO GALICIA			
ING. SIMON BARRILLO TOVAR			





- NOTAS**
- 1.-
 - 2.-
 - 3.-
 - 4.-
 - 5.-
 - 6.-
 - 7.-
 - 8.-
 - 9.-
 - 10.-
 - 11.-
 - 12.-
 - 13.-
 - 14.-
 - 15.-
 - 16.-
 - 17.-
 - 18.-
 - 19.-
 - 20.-



CIUDAD

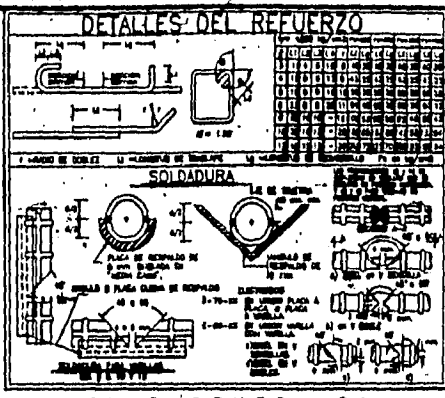
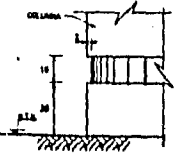
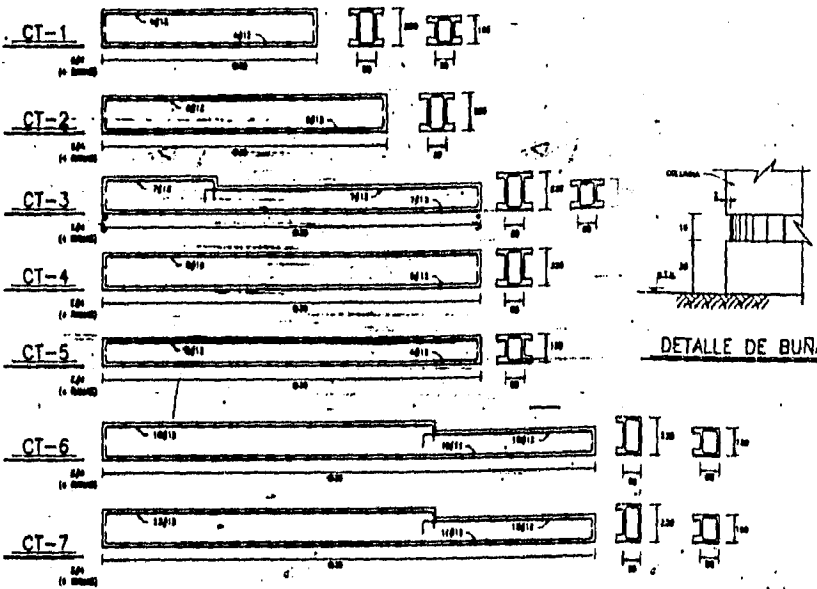
SECRETARIA GENERAL
ESTADOS DE VALLES

ME

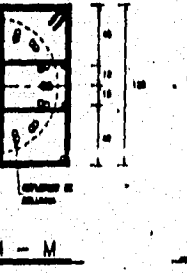
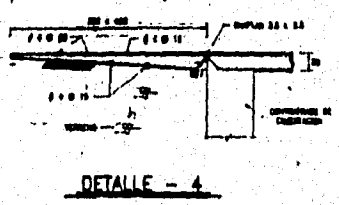
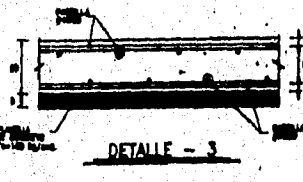
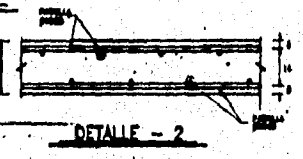
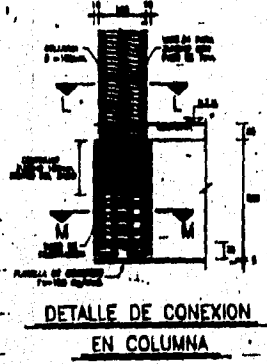
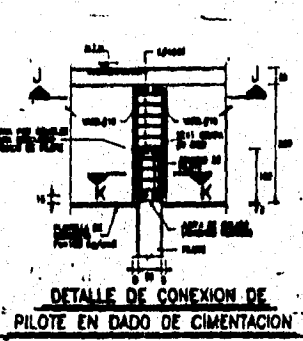
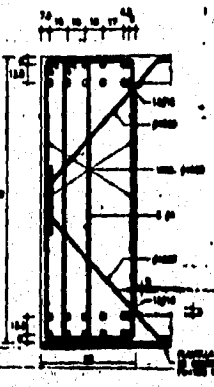
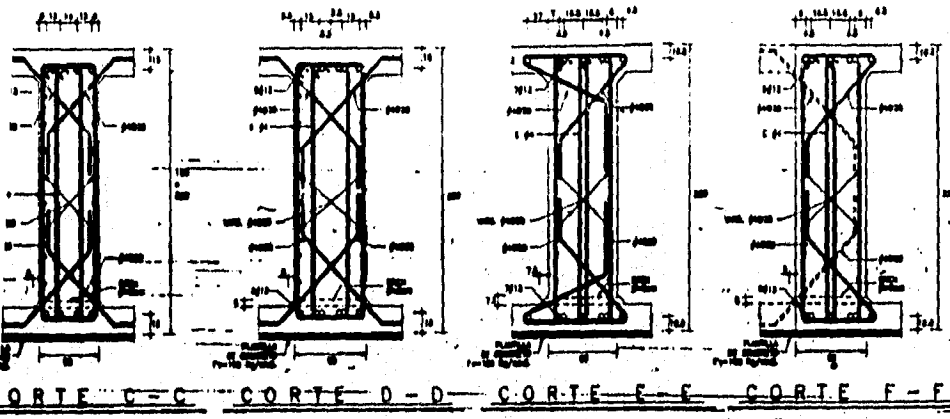
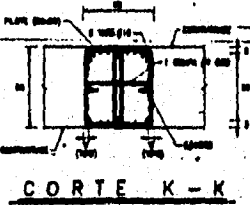
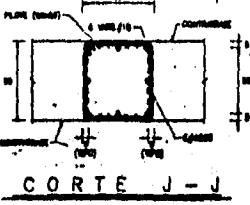
CAJON DE C-5

Gobierno del Estado de México
Secretaría de Comunicaciones y Transportes

LIC. EMILIO CHAMPYET CEDRON
ING. ENRIQUE RIVERA PALACIO GALICIA
ING. RAMON MARTELLO TORRES



- ### NOTAS GENERALES
- 1.- Todos los miembros deben estar en condiciones excepto antes de ser usados.
 - 2.- Evitar el retorcido.
 - 3.- Las barras deben estar limpias y libres de óxido.
 - 4.- El empalmado deberá ser como se muestra.
 - 5.- Todos los brazos de columnas y de vigas deberán tener el mismo número y estar perfectamente alineados en la parte superior y inferior.
 - 6.- Los detalles y materiales de refuerzo deben ser los que se indican en el detalle del refuerzo.
 - 7.- La soldadura debe ser a 100% electrolítica y se usará electrolitos de la serie C-100.
 - 8.- En todos los casos se usará refuerzo con los datos del acero de refuerzo de un solo tenso.
 - 9.- Antes de ser usados deben estar perfectamente limpios.
 - 10.- Deben ser colocados con la cabeza al "top" y con la cola de refuerzo al "bottom" y con una longitud de 10 cm. desde el punto de apoyo a la cara.
 - 11.- Todos los miembros deben estar limpios.
 - 12.- Si se requiere tener una resistencia de 200 kg/cm² en compresión y de 200 kg/cm² en tensión.
 - 13.- Emplear cemento marca "León" de composición la más adecuada del concreto de alta resistencia. Marca "León".
 - 14.- Toda la construcción de refuerzo debe ser una plantilla de concreto de resistencia especificada. F=180 kg/cm².



ARMADO EN LOSA DE APROXIMACION

Gobierno del Estado de México
Secretaría de Comunicaciones y Transportes

LIC. EMILIO CHAYFFET CHEMOR.
ING. ENRIQUE RINA PALACIO GALICIA.
ING. BRUNO SARRILLO TOMA.

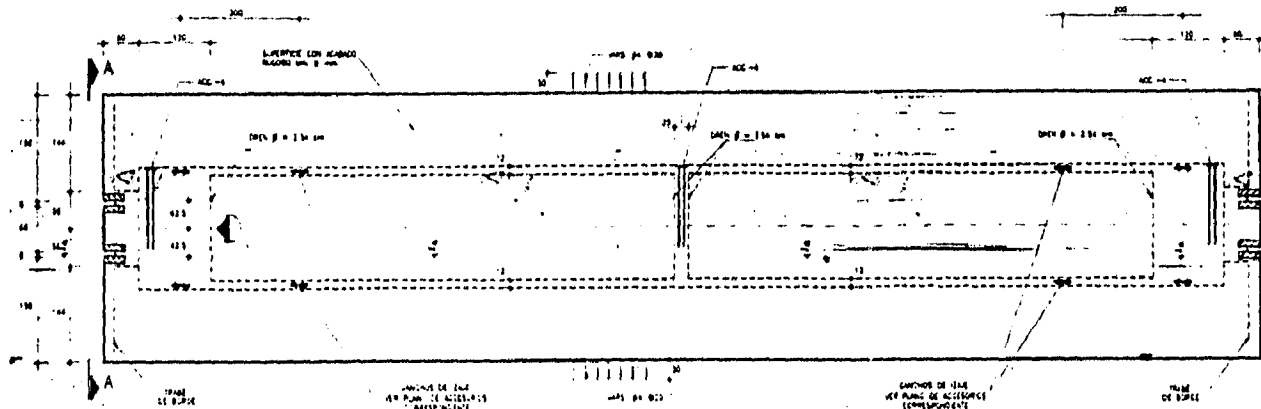
CIUDAD DE MEXICO

SECRETARIA GENERAL DE OBRAS
COMISION DE VALIDAD Y TRANSPORTE URBANO

ING. GERARDO G. GERVANDO DELGADO GARCIA
PROYECTO: PLANTA METROPOLITANA LINEA - B

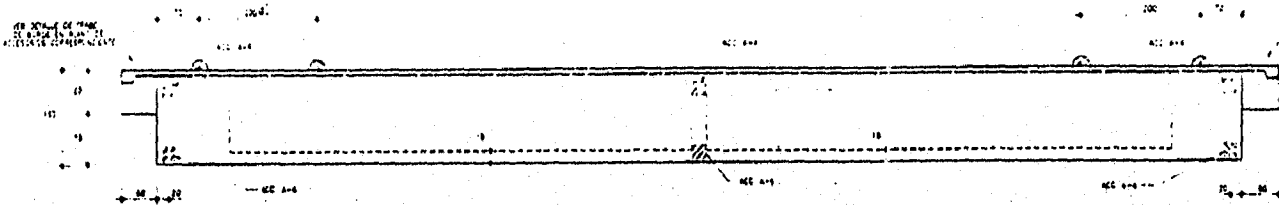
CAJON DE CIMENTACION
C-5 ELES 9-10

ING. ENRIQUE RINA PALACIO GALICIA

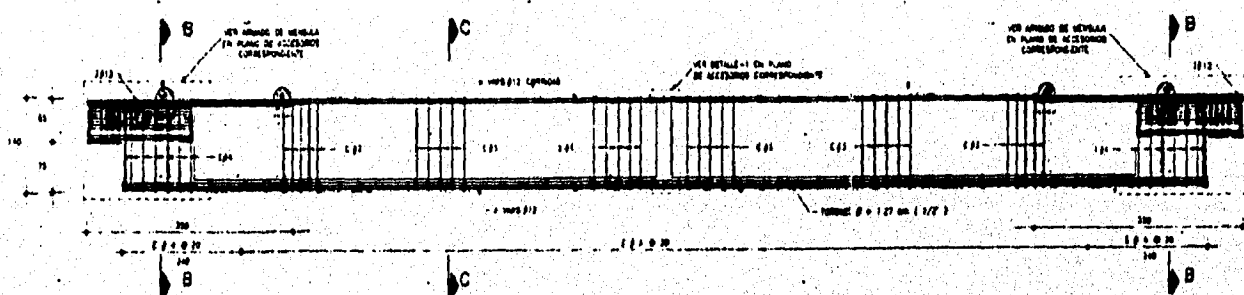


PLANTA

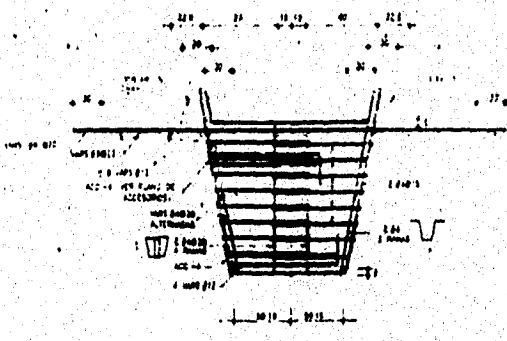
ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL PLANO DE DETALLE PARA FABRICACION DE TRABES CORRESPONDIENTE



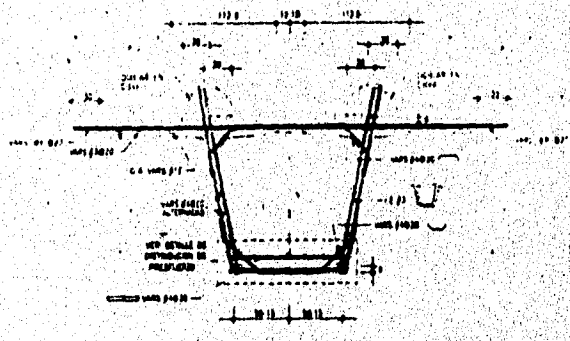
ELEVACION



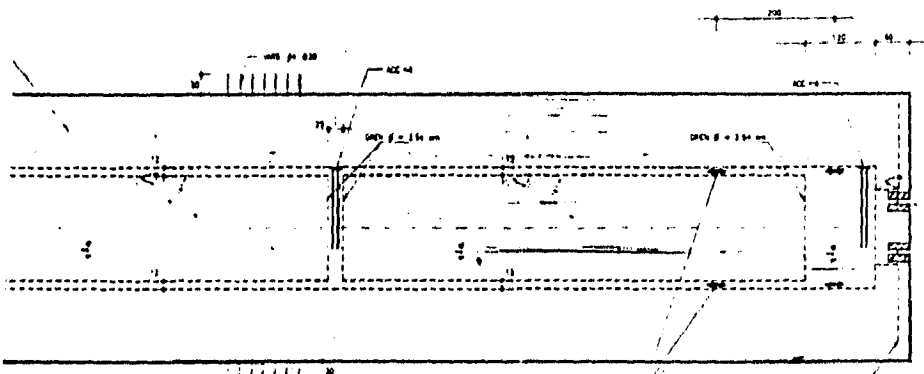
CORTE LONGITUDINAL



CORTE B - B
(ARMADO)

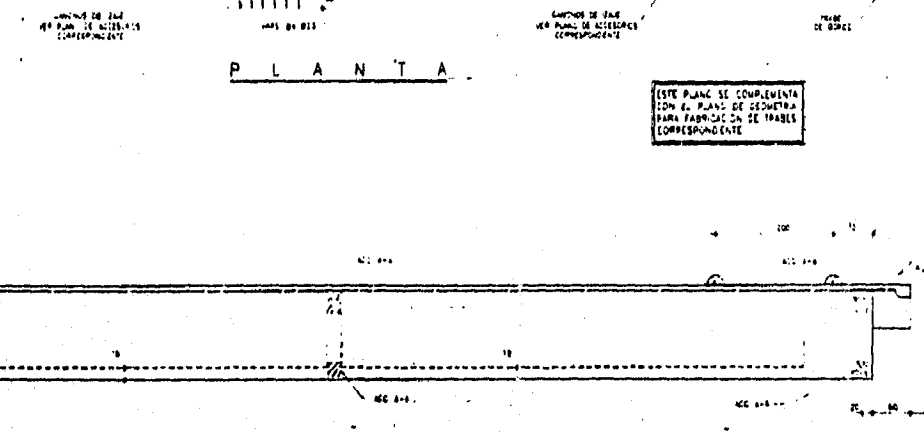


CORTE C - C
(ARMADO)

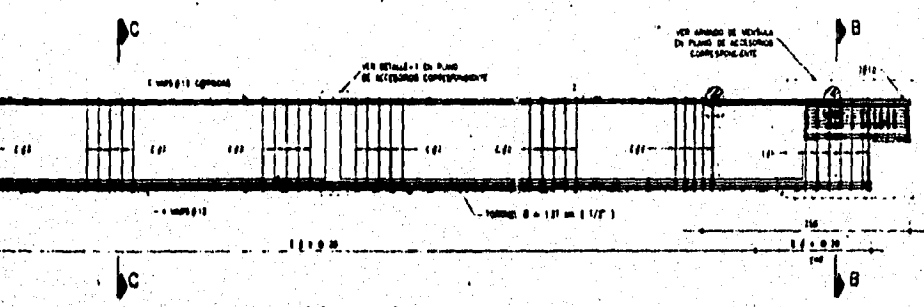


PLANTA

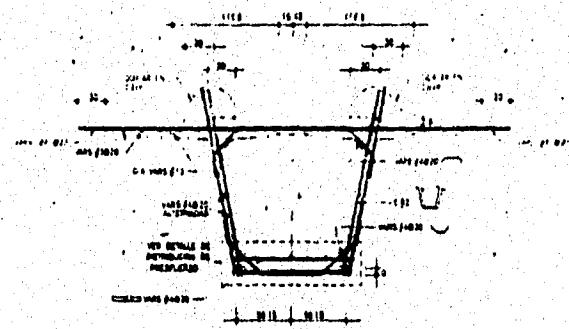
ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL PLANO DE GEOMETRIA PARA FABRICACION DE TRABES CORRESPONDIENTE



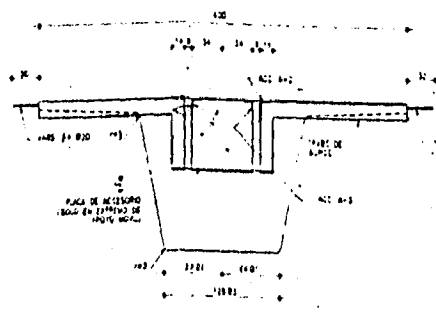
ELEVACION



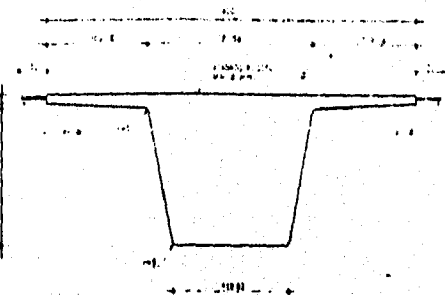
CORTE LONGITUDINAL



CORTE C - C
(ARMADO)

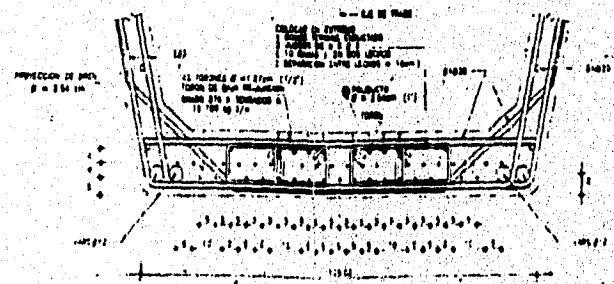


VISTA FRONTAL A - A

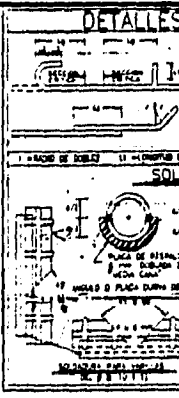


CORTE B - B
(GEOMETRIA)

TIPO	CANTIDAD
1	100
2	100



DISTRIBUCION DE PRESFUERZO



NOTAS G

- 1. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 2. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 3. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 4. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 5. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 6. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 7. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 8. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 9. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 10. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 11. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 12. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 13. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 14. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 15. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 16. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 17. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 18. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 19. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE
- 20. VER PLANOS DE ACEROS CORRESPONDIENTE

CORTI
(GE

REVISION GENERAL
DISEÑO ESTRUCTURAL
No. 1 MODIFICACIONES

CIUDAD

SECRETARIA GENERAL
COMISION DE VALUACION

PROJ. LEGITIMADO

PROJ.

ME

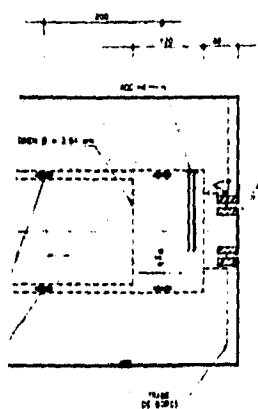
TRABES CENTRALES
TC-B, TC-C

GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

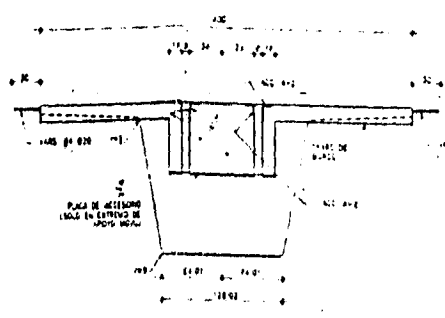
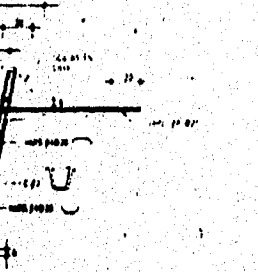
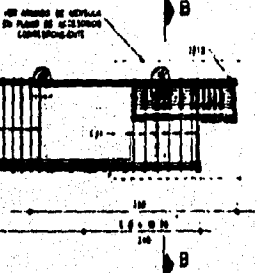
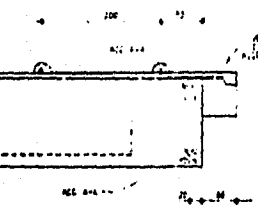
LIC. EMILIO CHUAYFFET CHEMOR

ING. ENRIQUE RIVA PALACIO GALICIA

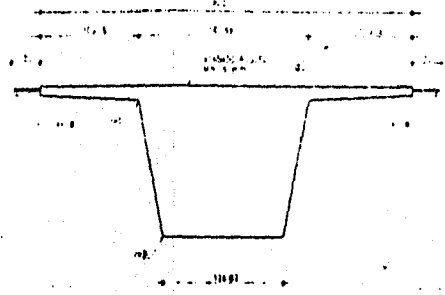
ING. SAHON MURILLO TOVAR



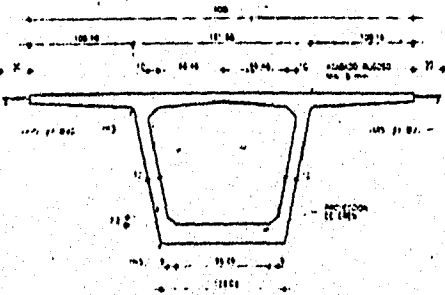
PLAN DE COMPLEMENTO
A PLAN DE GEOMETRIA
A FABRICACION DE TRABES
RESPONDIENTE



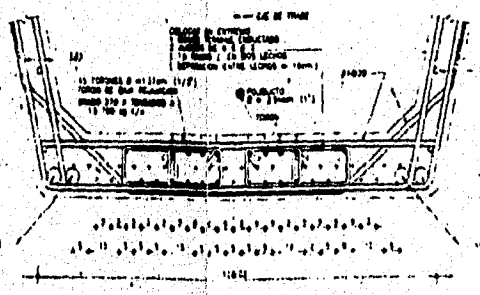
VISTA FRONTAL A - A



CORTE B - B
(GEOMETRIA)



CORTE C - C
(GEOMETRIA)



DISTRIBUCION DE PRESFUERZO

DETALLES DEL REFUERZO

PLAZO DE SOBRESALIDA EN EL MOMENTO DE TRANSICION

SOLDADURA

PLAZO DE SOBRESALIDA DE LA BARRA EN LA UNION DE SOLDADURA

NOTAS GENERALES

- 1- TODAS LAS UNIONES DEBEN ESTAR CUBIERTAS EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
- 2- LAS ZONAS DEBEN ALTERNAR EN FORMA MEDIDA Y REGULAR.
- 3- SIEMPRE DEBE HABER UN ESPACIO DE 10 CM ENTRE LAS ZONAS.
- 4- EL TIPO DE BARRA DEBE SER EL INDICADO EN EL DISEÑO.
- 5- EN LAS ZONAS DE SOBRESALIDA DEBE HABER UN ESPACIO DE 10 CM ENTRE LAS BARRAS.
- 6- SIEMPRE DEBE HABER UN ESPACIO DE 10 CM ENTRE LAS BARRAS.
- 7- SIEMPRE DEBE HABER UN ESPACIO DE 10 CM ENTRE LAS BARRAS.
- 8- SIEMPRE DEBE HABER UN ESPACIO DE 10 CM ENTRE LAS BARRAS.
- 9- SIEMPRE DEBE HABER UN ESPACIO DE 10 CM ENTRE LAS BARRAS.
- 10- SIEMPRE DEBE HABER UN ESPACIO DE 10 CM ENTRE LAS BARRAS.
- 11- SIEMPRE DEBE HABER UN ESPACIO DE 10 CM ENTRE LAS BARRAS.
- 12- SIEMPRE DEBE HABER UN ESPACIO DE 10 CM ENTRE LAS BARRAS.
- 13- SIEMPRE DEBE HABER UN ESPACIO DE 10 CM ENTRE LAS BARRAS.
- 14- SIEMPRE DEBE HABER UN ESPACIO DE 10 CM ENTRE LAS BARRAS.
- 15- SIEMPRE DEBE HABER UN ESPACIO DE 10 CM ENTRE LAS BARRAS.

TIPO	INDICACION
1	140
2	100

ESTADO DE QUERETARO

SECRETARIA GENERAL DE OBRAS

COMISION DE VALIDAD Y TRANSPORTE URBANO

VOCAL EJECUTIVO ING. SERVAANDO DELGADO RAMOS

PROYECTO: PUENTE VEHICULAR COMENTES

METROPOLITANO LINEA B'

FRANES CENTRALES TC-1, TC-3, TC-5, TC-8, TC-10 y TC-12

CIUDAD DE MEXICO

SECRETARIA GENERAL DE OBRAS

COMISION DE VALIDAD Y TRANSPORTE URBANO

VOCAL EJECUTIVO ING. SERVAANDO DELGADO RAMOS

PROYECTO: PUENTE VEHICULAR COMENTES

METROPOLITANO LINEA B'

FRANES CENTRALES TC-1, TC-3, TC-5, TC-8, TC-10 y TC-12

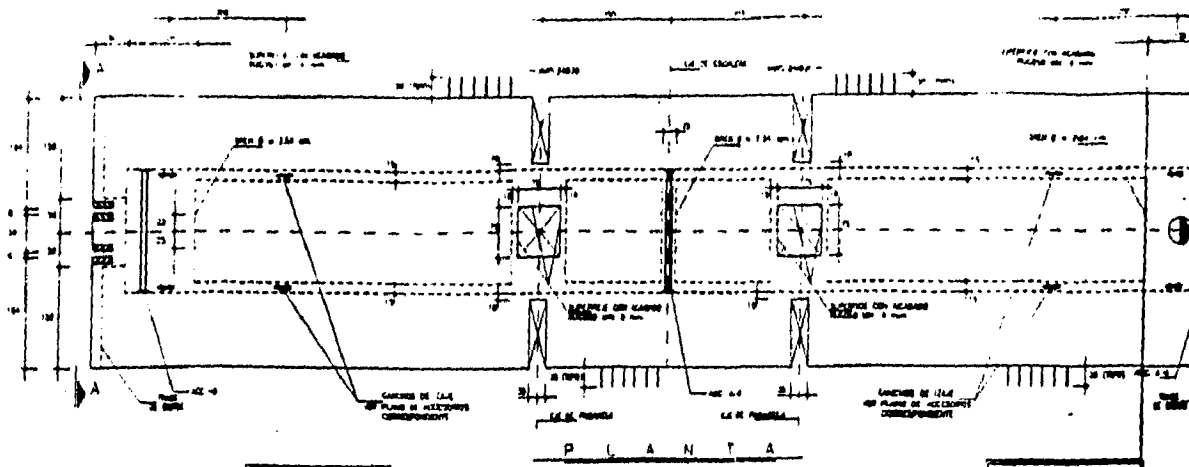
Gobierno del Estado de México

Secretaría de Comunicaciones y Transportes

LIC. EMILIO CHUAYFFET CHEMON.

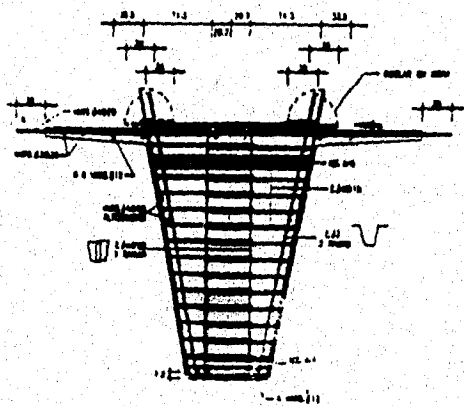
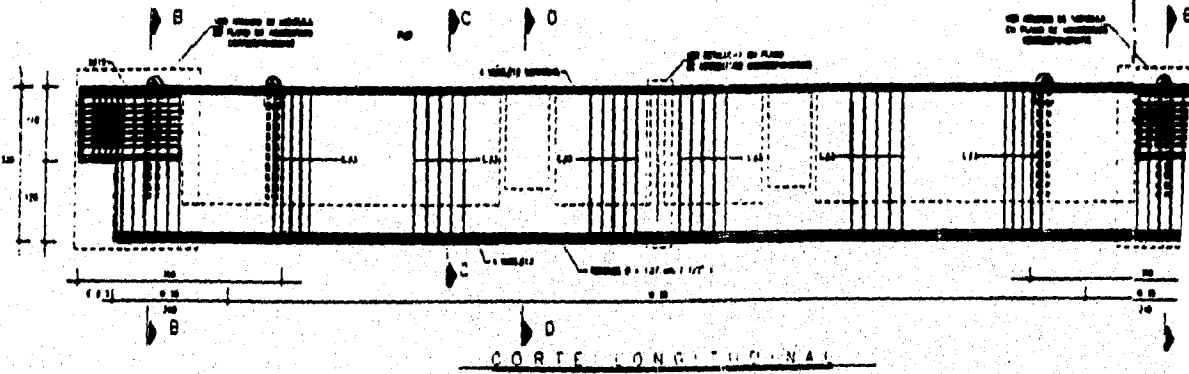
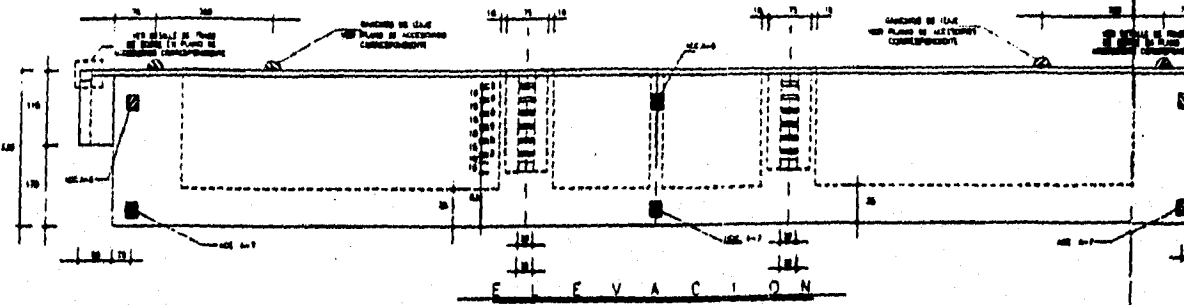
ING. ENRIQUE RIVA PALACIO GALICIA.

ING. SIMON MURILLO TOVAR.

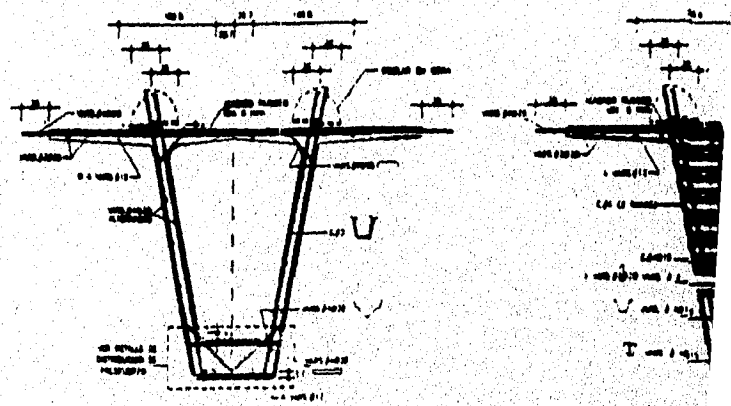


ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL PLANO DE GEOMETRIA PARA FABRICACION DE TRABES CORRESPONDIENTE

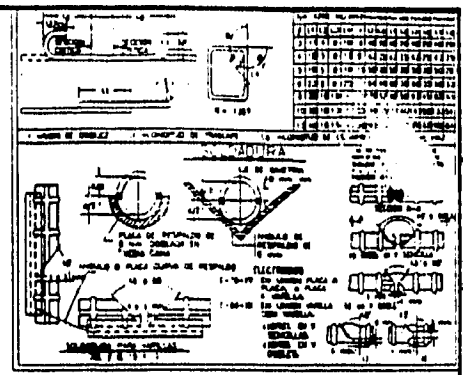
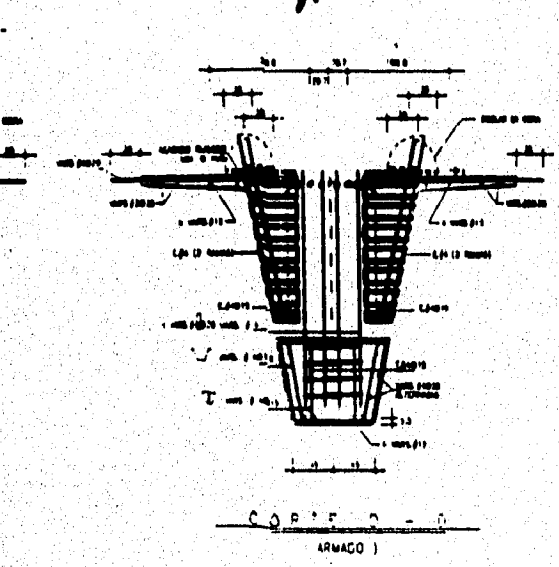
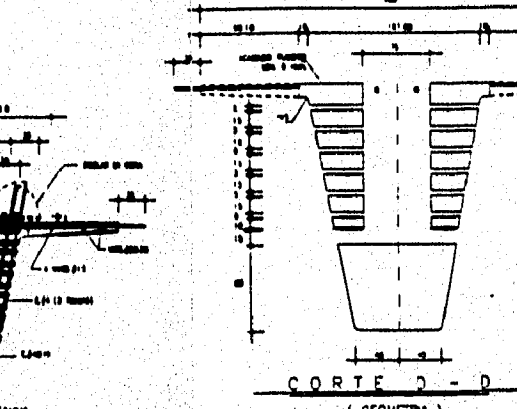
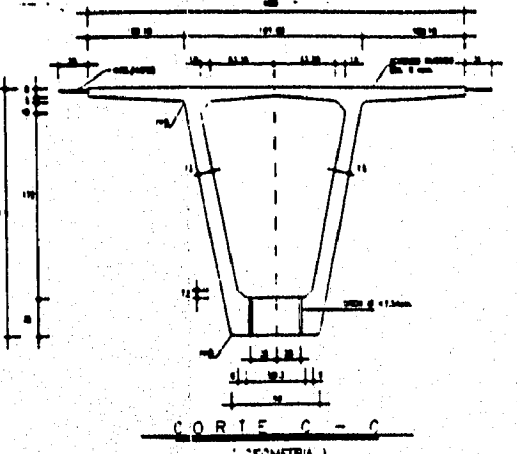
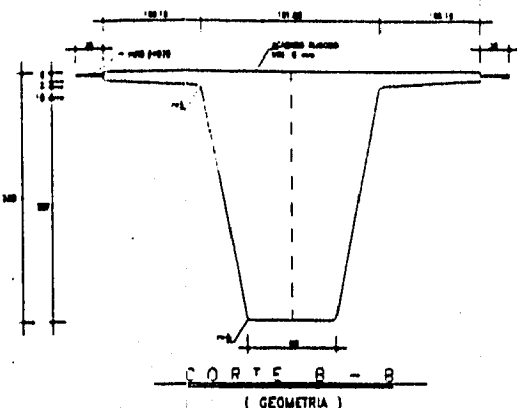
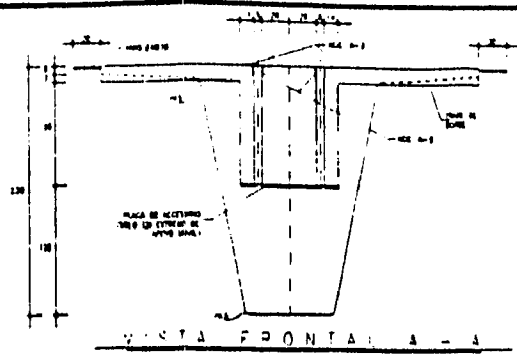
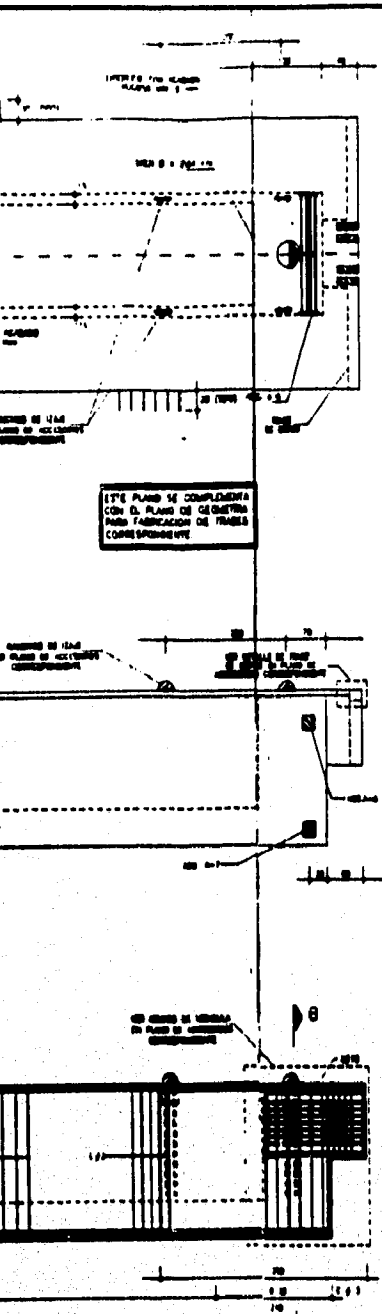
ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL PLANO DE GEOMETRIA PARA FABRICACION DE TRABES CORRESPONDIENTE



CORTE A-A
ARMADO



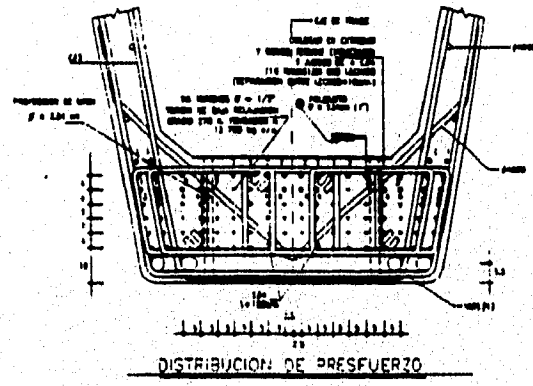
CORTE B-B
ARMADO



NOTAS GENERALES

- 1.- SER LAS DIMENSIONES COMO SON LAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS Y EN LOS DISEÑOS DE DETALLE QUE SE ENSEÑAN EN LOS PLANOS DE DETALLE.
- 2.- LAS CANTIDADES DE MATERIAL QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS SON LAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS Y EN LOS DISEÑOS DE DETALLE QUE SE ENSEÑAN EN LOS PLANOS DE DETALLE.
- 3.- LAS CANTIDADES DE MATERIAL QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS SON LAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS Y EN LOS DISEÑOS DE DETALLE QUE SE ENSEÑAN EN LOS PLANOS DE DETALLE.
- 4.- LAS CANTIDADES DE MATERIAL QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS SON LAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS Y EN LOS DISEÑOS DE DETALLE QUE SE ENSEÑAN EN LOS PLANOS DE DETALLE.
- 5.- LAS CANTIDADES DE MATERIAL QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS SON LAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS Y EN LOS DISEÑOS DE DETALLE QUE SE ENSEÑAN EN LOS PLANOS DE DETALLE.
- 6.- LAS CANTIDADES DE MATERIAL QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS SON LAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS Y EN LOS DISEÑOS DE DETALLE QUE SE ENSEÑAN EN LOS PLANOS DE DETALLE.
- 7.- LAS CANTIDADES DE MATERIAL QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS SON LAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS Y EN LOS DISEÑOS DE DETALLE QUE SE ENSEÑAN EN LOS PLANOS DE DETALLE.
- 8.- LAS CANTIDADES DE MATERIAL QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS SON LAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS Y EN LOS DISEÑOS DE DETALLE QUE SE ENSEÑAN EN LOS PLANOS DE DETALLE.
- 9.- LAS CANTIDADES DE MATERIAL QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS SON LAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS Y EN LOS DISEÑOS DE DETALLE QUE SE ENSEÑAN EN LOS PLANOS DE DETALLE.
- 10.- LAS CANTIDADES DE MATERIAL QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS SON LAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS Y EN LOS DISEÑOS DE DETALLE QUE SE ENSEÑAN EN LOS PLANOS DE DETALLE.
- 11.- LAS CANTIDADES DE MATERIAL QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS SON LAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS Y EN LOS DISEÑOS DE DETALLE QUE SE ENSEÑAN EN LOS PLANOS DE DETALLE.
- 12.- LAS CANTIDADES DE MATERIAL QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS SON LAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS Y EN LOS DISEÑOS DE DETALLE QUE SE ENSEÑAN EN LOS PLANOS DE DETALLE.
- 13.- LAS CANTIDADES DE MATERIAL QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS SON LAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS Y EN LOS DISEÑOS DE DETALLE QUE SE ENSEÑAN EN LOS PLANOS DE DETALLE.
- 14.- LAS CANTIDADES DE MATERIAL QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS SON LAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS Y EN LOS DISEÑOS DE DETALLE QUE SE ENSEÑAN EN LOS PLANOS DE DETALLE.
- 15.- LAS CANTIDADES DE MATERIAL QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS SON LAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS Y EN LOS DISEÑOS DE DETALLE QUE SE ENSEÑAN EN LOS PLANOS DE DETALLE.
- 16.- LAS CANTIDADES DE MATERIAL QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS SON LAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS Y EN LOS DISEÑOS DE DETALLE QUE SE ENSEÑAN EN LOS PLANOS DE DETALLE.
- 17.- LAS CANTIDADES DE MATERIAL QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS SON LAS QUE SE ENSEÑAN EN ESTOS PLANOS Y EN LOS DISEÑOS DE DETALLE QUE SE ENSEÑAN EN LOS PLANOS DE DETALLE.

F. TIPO	CANTIDAD (Kg.)
1.	12.46
2.	1.00
3.	4.10
4.	1.00



NO.	MODIFICACIONES	FECHA	FEYEC	APROB.
1.	ASADO SIN D. ASES	AA-10	ACB	JMBM
2.	REVISION GENERAL	DC-10	ACB	JMBM
3.	EMISION EJECUTIVA	SEP-10	ACB	JMBM

CIUDAD DE MEXICO
SECRETARIA GENERAL DE OBRAS **DDF**
COMISION DE VALIDAD Y TRANSPORTE URBANO

PROYECTO: PUENTE VEHICULAR PERMANENTE
METROPOLITANA, LINEA - B

Gobierno del Estado de México
Secretaría de Comunicaciones y Transportes

ING. EMILIO Z. JAFFET CHEMOR
ING. ENRIQUE PVA PALACIO SALCA
ING. SIMON BALBUENA

FRANCS CENTRALES 12-16 y 10-12

ING. JUAN ROBERTO...
ING. ROBERTO...

GENERALIDADES

Se puede definir el Control de Calidad como el conjunto sistemático de esfuerzos, principios, prácticas y tecnología de una organización de producción para asegurar, mantener o superar la calidad de un producto al menor costo posible.

En relación al concepto anterior, el control de calidad en los materiales que se empleen en la construcción de cualquier tipo de estructura es de suma importancia, ya que con la debida supervisión de las especificaciones a seguir de cada material empleado se podrá asegurar el funcionamiento óptimo y la durabilidad de cada elemento.

Para llevar un correcto control de calidad es necesario que este se lleve por las partes involucradas durante la construcción de la obra, es decir, personal de supervisión y de la contratista.

A continuación describiré el Sistema de Calidad implementado por la Organización Directiva de Grupo INDI (contratista): todas las actividades relacionadas con la calidad son gobernadas por procedimientos e instrucciones escritas. Dentro del Sistema de Calidad se pone énfasis en lo siguiente:

- * Prevención contra detección
- * Selección, monitoreo y control de proveedores
- * Procedimientos para verificar el manejo seguro, empaque, almacenaje y entrega de productos a los clientes
- * Establecimiento de normas apropiadas de aceptabilidad en puntos específicos del proceso
- * Procedimientos para establecer y monitorear la capacidad y habilidad de los procesos
- * Auditorías y revisiones internas regulares
- * Procedimientos de acciones correctivas eficientes para tratar quejas de los clientes y otras instancias de no-conformancia
- * Administración efectiva del equipo de medición y prueba
- * Uso de técnicas estadísticas apropiadas

El Sistema de Calidad lo conforma el Manual de Calidad, los procedimientos operacionales, instrucciones de trabajo y los manuales de instrucciones específicas. Los procedimientos son circulados para su uso por la administración y los empleados según se necesite.

Para la construcción del puente vehicular, el control de calidad de los materiales se logró siguiendo las condiciones determinadas para cada material, siendo éstas las que a continuación describo.

VII.1 CONTROL DE CALIDAD EN EL ACERO DE REFUERZO

El acero de refuerzo es el que se coloca ahogado en la masa de concreto para soportar los esfuerzos generados por cargas, contracción por fraguado y cambios de temperatura.

En cada uno de los planos en el cual intervenga el uso de este material estará indicado el diámetro y cantidad de varillas con que debe reforzarse el concreto en los distintos elementos de la construcción.

Todos los detalles de refuerzo no comprendidos en las especificaciones o planos correspondientes, se realizarán siguiendo las especificaciones A.C.I.-318, el manual de prácticas A.C.I.-315 y el reglamento vigente para las construcciones en el D.F.

Cualquier duda respecto a armados, deberá consultarse previamente con el ingeniero estructural antes de la ejecución de la obra, ya que no serán permitidas modificaciones de cualquier índole por parte del contratista, residentes o supervisores.

El acero de refuerzo deberá tener un límite elástico mínimo de 4 200 Kg/cm², según lo indicado en los planos estructurales.

La calidad de las varillas deberá cumplir con lo indicado en la norma A.S.T.M. respecto a resistencia, corrugaciones, doblado o alargamiento, para lo cual todos los lotes de varillas deberán ser probados en el laboratorio.

Deberá cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes al grado 42 por lo que respecta a la calidad, corrugaciones, doblado, peso, etc.

Todas las varillas deberán ser de marca reconocida, obteniendo la aprobación previa de la dirección de la obra y la aceptación se hará basada en las pruebas de calidad que muestre el proveedor.

CAPITULO VII. CONTROL DE CALIDAD

Todas las varillas serán procedentes de fábrica, nuevas y limpias, cualquier varilla de sección reducida, lajeada o con defectos de laminación será rechazada.

Todo el refuerzo será doblado en frío, siguiendo las especificaciones de dobleces según su calidad. Cualquier varilla con fractura en su doblado será rechazada.

Las varillas se cortarán y doblarán dentro de las siguientes tolerancias:

Longitud de varillas	± 3 cm
Estribos	± 1 cm
Dobleces	± 2 cm

El refuerzo se colocará dentro de los moldes con los recubrimientos que se marcan en los planos correspondientes, con las siguientes tolerancias:

Distancias entre varillas	± 1.0 cm
Recubrimientos	± 0.5 cm
Acero de estribos	± 0.5 cm

Las varillas que tengan que ser removidas lateralmente para evitar interferencias con ductos o accesorios, requerirán aprobación del ingeniero estructural, en caso de que los desplazamientos sean mayores del doble de lo indicado anteriormente.

Las varillas deberán quedar amarradas con alambre y ser sostenidas las parrillas con bloques de concreto o silletas para asegurar su posición y recubrimiento.

Excepto donde se indique lo contrario, todos los traslapes y anclajes, se harán de acuerdo con lo indicado en las tablas contenidas en los planos estructurales.

En las varillas de 1" y mayores deberá emplearse soldadura para lograr continuidad entre estas, debiendo hacerse muestras previas y pruebas de las soldaduras por emplear, dependiendo del tipo de acero.

Todas las soldaduras se harán a tope con bisel a 30 grados, usando placa de acero o bronce como respaldo sin formar parte de la resistencia.

Deberá obtenerse la aprobación total del tipo de soldadura que se empleará en la obra, incluyendo las muestras y pruebas de resistencia. A juicio de la Dirección de la Obra, podrá exigirse también la calificación de los operarios en soldadura.

Antes de los colados, las varillas deberán estar limpias de arcilla, aceite o grasa de los moldes, ya que varillas sin ésta limpieza obligarán a la suspensión de los colados.

La frecuencia de muestreo mínima para el control de calidad del acero de refuerzo deberá ser la siguiente:

- Una muestra por cada 20 ton por diámetro y por proveedor, el tiempo máximo de entrega de resultados será de 6 días después del muestreo.

Cabe mencionar que una muestra está compuesta por 3 especímenes de 1.20 m de longitud, tomados de cualquier parte de las varillas.

VII.2 CONTROL DE CALIDAD EN EL ACERO DE PRESFUERZO

Es aquel acero de alto carbono en forma de alambres sin recubrimiento, relevado de esfuerzo, el cual después de enfriarse se somete a un tratamiento térmico continuo para eliminar los esfuerzos internos obteniendo ciertas propiedades y características. Para su control y uso deberán tenerse las siguientes consideraciones:

Los cables o torones deberán cumplir los requisitos de las especificaciones de las normas ASTM A-416 Y ASTM A-421, así como las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas.

El cortado de los cables y torones se efectuará con herramientas mecánicas aprobadas por la supervisión, el corte con soplete así como soldar alambres o torones dentro de las longitudes de los mismos que vayan a quedar tensados no se permitirán.

La lámina de acero que se utilizó en la fabricación de ductos será del espesor y características mostradas en los planos.

Se evitarán las juntas en los ductos, cuando esto se presente, los traslapes tendrán cuando menos 300 mm. En ductos adyacentes se evitará la introducción de materias extrañas mediante un buen sellado entre juntas y ductos, y de éste con el anclaje.

CAPITULO VII. CONTROL DE CALIDAD

Los extremos de anclaje y ductos deberán protegerse de cualquier daño o deterioro permaneciendo sellado hasta que los cables o torones sean enroscados y la fatiga de esfuerzo en los mismos empiece a manifestarse.

Los ductos serán fijados y alineados con una tolerancia de ± 12 mm en tramos rectos y ± 25 mm en tramos curvos. Los anclajes se fijarán con una tolerancia de ± 12 mm.

La separación mínima entre dos ductos contiguos será el señalado en los planos.

Tanto los ductos como los anclajes deberán limpiarse antes de su instalación, libres de cualquier material extraño perjudicial a la adherencia del concreto o lechada. Los ductos se mantendrán limpios y tapados durante el lapso de su instalación, tensado o inyectado.

Antes del tensado, el contratista deberá demostrar a la supervisión que los puntos de aplicación para la tensión de cables y torones se encuentran con entera libertad de movimiento.

La frecuencia de muestreo mínima para el control de calidad del acero de presfuerzo es la siguiente:

- Una muestra por cada carrete, mientras que el tiempo máximo de entrega de resultados será de 6 días después del muestreo.
Cabe mencionar que una muestra está compuesta por un espécimen de 1.20 de longitud, tomado de cualquier parte del carrete.

VII.3 CONTROL DE CALIDAD EN LA CIMBRA

Son estructuras temporales o permanentes empleadas para soportar los moldes o formas que contendrán el concreto fresco durante el tiempo que éste tarde en alcanzar una resistencia prefijada.

Las formas para el concreto son aquellas que se emplearán para confinar y amoldar el concreto a las líneas y niveles especificados en los planos o para evitar que el concreto se contamine con material producido por derrumbes o deslizamientos de las superficies adyacentes a las excavaciones en las que aquel sea colado.

CAPITULO VII. CONTROL DE CALIDAD

Para la colocación de la cimbra en los elementos estructurales y lograr un control de calidad en este material, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

El contratista es el responsable del diseño y construcción de las cimbras para obtener las dimensiones de los elementos que se indican en los planos y deberán ser lo suficientemente resistentes para soportar las cargas propias del concreto fresco y las presiones laterales respectivas, incluyendo el vibrado.

La cimbra deberá ser suficientemente impermeable para evitar fugas de lechada al efectuar los colados y con la debida resistencia para soportar la carga vertical y se eviten las deformaciones de la cimbra durante la operación de colado, dejándose las contraflechas necesarias que indican los planos y la práctica constructiva para obtener elementos perfectamente a nivel.

Las cimbras tendrán una tolerancia de alineamiento en sentido vertical y horizontal de 1 cm, debiendo darse las contraflechas necesarias para compensar deflexiones, presiones o desajustes.

Las cimbras laterales podrán ser removidas al obtenerse el endurecimiento del concreto y pueda resistir sin ningún daño durante el descimbrado y de preferencia no antes de 24 horas.

Antes de los colados y colocación de las cimbras, deberán consultarse los planos arquitectónicos y de instalaciones para definir dimensiones, anclajes o detalles.

Las piezas de madera empleada no deberán estar torcidas ni tendrán nudos cuando vayan a trabajar a tensión.

En la elaboración de cimbras metálicas no se usarán elementos con defectos de fabricación ni los que presenten superficies corroídas, golpeadas o dañadas por el fuego.

Las superficies de los moldes que vayan a estar en contacto con el concreto, deberán ser de material adecuado para producir el acabado especificado en los planos, además se recubrirán con aceite mineral o grasa antes de cada uso a fin de evitar la adherencia de la mezcla.

Todas las formas deberán estar diseñadas para desmantelarse sin causar daños al concreto durante su retiro.

Durante y después del colado se inspeccionará la cimbra para detectar deflexiones, asentamientos, pandeos o desajustes de las formas.

Durante el retiro de las cimbras se evitarán choques o vibraciones que dañen en cualquier forma al concreto. En esta etapa no se permitirán cargas de construcción en la zona descimbrada.

En la construcción de cascarones y estructuras de grandes claros no se retirará la cimbra hasta que el ensaye de los cilindros de concreto representativos del mismo, curados en las mismas condiciones de la estructura demuestren que se ha alcanzado la resistencia especificada en el proyecto.

VII.4 CONTROL DE CALIDAD EN EL CONCRETO

El concreto es un material artificial fabricado o formado por tres componentes básicos en cantidades predeterminadas, estos materiales son: cemento, agua y agregados que deberán ser perfectamente controlados en su dosificación y calidad. El cemento portland es el producto de materiales calcinados que en presencia del agua reaccionará y hará el papel de liga entre los agregados. El agregado lo constituyen el material pétreo que servirá como relleno; según su tamaño se clasifican en agregados gruesos o gravas y finos o arenas.

El agua hidrata al cemento y provoca así su fraguado y endurecimiento, por otra parte, humedece en forma suficiente la masa del cemento y los agregados para facilitar la operación de colocación.

El proporcionamiento del concreto debe de seleccionarse para que su colocación sea fácil y para que tenga la resistencia y durabilidad necesaria según el elemento estructural en que se vaya a colocar.

La consistencia del concreto se mide en términos del revenimiento y afecta en forma directa la facilidad con que debe fluir el concreto durante su colocación. Por otra parte, la consistencia está íntimamente ligada con la manejabilidad; pero no es sinónimo de ella.

En cuanto a la trabajabilidad del concreto, ésta la podemos definir como la facilidad que tiene este para ser compactado. El contenido de cemento, la graduación y la forma de los agregados afectan o modifican la cantidad de agua que se requiere para producir un concreto trabajable. Los agregados triturados con sus aristas pronunciadas necesitan más agua que aquellos que tienen una superficie lisa y de forma redonda.

Los agregados finos y gruesos deben ser proporcionados para obtener el grado de manejabilidad deseado con la cantidad mínima de agua. Si el proporcionamiento está mal realizado y se utiliza una cantidad excesiva de agua, como resultado tendrá una baja resistencia y una durabilidad pobre.

El proporcionamiento de los materiales puede ser regido por cualquiera de las siguientes formas:

- Determinando el proporcionamiento de cemento, agregado fino y agregado grueso.
- Determinando el contenido mínimo de cemento por metro cúbico de concreto.
- Determinando la relación agua-cemento máximo.

En la relación agua-cemento ha sido bien establecido que la resistencia de un concreto totalmente compactado depende en un principio de ésta relación. La cantidad de agua utilizada deberá ser la mínima necesaria para dar al concreto suficiente manejabilidad y lograr una eficiente compactación. Cuando se haya decidido cuanta agua debe usarse, se debe considerar tanto la que absorberán los agregados si estos están secos y porosos, como el caso contrario, es decir, el agua liberada por aquellos que se encuentren húmedos.

La durabilidad del concreto es afectada también por el contenido de cemento. Cuando el concreto sea expuesto a un medio ambiente severo, la relación agua-cemento debe ser restringida, dependiendo del grado de exposición y del tipo de estructura de que se trate.

Es esencial que el concreto resista las condiciones para las cuales ha sido diseñado sin sufrir deterioro alguno y sólo así se podrá decir que es durable. La falta de durabilidad puede ser causada ya sea por el ambiente al que el concreto este expuesto o bien por causas internas del concreto. Las causas externas podrán ser físicas, químicas o mecánicas pudiendo ser causadas por el clima mismo o por el ataque de líquidos y gases industriales.

La resistencia es una de las características más importantes del concreto. La resistencia del concreto a la compresión depende en forma notable de la relación agua-cemento, aunque también puede verse modificada en menor grado por los siguientes factores: tamaño máximo del agregado, granulometría, textura, forma y resistencia de los agregados, tipo de cemento, contenido de aire y empleo de aditivos. La resistencia de diseño se ha fijado como aquella que se logra alcanzar a los 28 días de edad.

El concreto premezclado es aquel que bien puede ser mezclado en una planta central y transportarse a la obra en camiones agitadores. La utilización del concreto premezclado ofrece la ventaja de que el material es suministrado por proveedores que cuentan con instalaciones bien equipadas y controladas, lo cual representa una fuente de control de calidad excelente. La responsabilidad del concreto premezclado la imparten el proveedor y el contratista, quienes deben

CAPITULO VII. CONTROL DE CALIDAD

utilizar controles apropiados de trabajo para evitar así demoras en el transporte, manejo, colocación y compactación.

Para obtener un mezclado satisfactorio, el concreto deberá mezclarse hasta 300 revoluciones antes de su descarga o bien descargarse dentro de los 60 minutos transcurridos desde la incorporación del agua a la mezcla.

El control de calidad del concreto premezclado se puede clasificar de la siguiente manera:

a) CONTROL EN PLANTA.

El personal que sea designado para estar en planta deberá verificar que se utilice el tipo de cemento especificado, que se hagan las pruebas necesarias para la aceptación de los materiales, los cambios necesarios en los proporcionamientos y la exactitud en el mezclado. Las condiciones de operación de las aspas del camión mezclador pueden juzgarse mediante la siguiente operación: se carga el camión con agua, si esta no es descargada significa que las aspas están excesivamente maltratadas y tienen que ser cambiadas. El límite admisible de desgaste de las aspas es de 10%.

b) CONTROL DE COLOCACION

Se deberá verificar que el marcador de revoluciones del camión mezclador se encuentre por debajo de las 300 revoluciones recomendadas, que el tiempo transcurrido de la salida del camión de la planta a la obra no sea mayor de 60 minutos. Asimismo, se revisará la consistencia de la mezcla y se procederá a tomar los especímenes correspondientes para las pruebas necesarias de control de calidad.

Además, se debe verificar que la compactación del concreto durante la colocación se lleve a cabo en forma adecuada.

Para lograr un buen resultado en la compactación del concreto es importante que se sigan las siguientes consideraciones:

- ◆ Sumergir el vibrador lentamente hasta que el agua y el aire aparezcan en la superficie. Una sobrevibración en el mismo sitio de inmersión puede producir segregación.
- ◆ Es preferible no vibrar en absoluto un concreto demasiado líquido ya que se puede segregar fácilmente y favorece la formación de bolsas de grava. Si al retirar el vibrador el orificio en el concreto no se vuelve a cerrar inmediatamente, es preciso modificar el revenimiento.

CAPITULO VII. CONTROL DE CALIDAD

- ♦ No introducir el vibrador al azar, sino de manera sistemática y de tal forma que en la zona de acción de cada posición recubra totalmente la de las inmersiones anteriores. Generalmente el diámetro de los cabezales de un vibrador puede variar de 3 a 10 cm y el radio de acción no excede de 30 a 60 cm.
- ♦ No permitir que el concreto sea extendido con una introducción muy pronunciada del vibrador.
- ♦ Al colocar el concreto en losas de mucho espesor, no basta con pasar el cabezal por la superficie, sino que es preciso sumergirlo en la masa.
- ♦ Es aconsejable que las descargas de concreto formen capas de 30 a 40 cm de espesor, profundidad que puede ser fácilmente compactada con cierta penetración dentro de la capa inferior.

En conclusión se puede decir que para lograr una correcta y satisfactoria colocación del concreto en cualquiera de los elementos estructurales es esencial que se cumplan las siguientes condiciones:

- El concreto deberá ser uniforme y ha de cumplir con las especificaciones y requisitos de la obra como manejabilidad, relación agua-cemento y calidad.
- La resistencia ($f'c$) de los concretos será especificada en los planos, refiriéndose a la resistencia que deberá obtener la probeta de ensaye a los 28 días de elaborado el concreto. Los concretos quedan clasificados de la siguiente manera:

CONCRETO CLASE I. Cuando la resistencia especificada sea igual o mayor a 250 Kg/cm^2 .

CONCRETO CLASE II. Cuando la resistencia especificada sea menor a 250 Kg/cm^2 .

- El concreto deberá ser transportado, colado y vibrado sin que presente segregación alguna.
- La colocación del concreto se llevará a cabo únicamente cuando se hayan cumplido las especificaciones y requisitos de obra referentes a la preparación, localización y condición de las cimbras, acero de refuerzo, transporte, acabado y curado.
- El ritmo de colocación no deberá ser mayor que el ritmo de compactación.
- El concreto deberá ser curado en forma satisfactoria.

CAPITULO VII. CONTROL DE CALIDAD

La frecuencia de muestreo mínima para el control de calidad de los materiales utilizados en la elaboración de concreto hidráulico y algunas de sus propiedades son las siguientes:

CONCEPTO	FRECUENCIA DE MUESTREO	TIEMPO MAXIMO DE ENTREGA DE RESULTADOS
CEMENTO	UNA MUESTRA (5 Kg) CADA 6 MESES POR TIPO	3 DIAS DESPUES DEL ENSAYE
AGUA PARA CONCRETO	UNA MUESTRA (1 Lt) POR MES POR PLANTA	15 DIAS DESPUES DEL MUESTREO
AGREGADOS PARA CONCRETO	UNA MUESTRA (20 Kg) POR MES POR PLANTA	6 DIAS DESPUES DEL MUESTREO
ADITIVOS PARA CONCRETO	UNA MUESTRA (1 Lt) AL INICIO DE SU USO	3 DIAS DESPUES DEL ENSAYE
REVENIMIENTO	UNA PRUEBA POR CADA 5 M ²	DE INMEDIATO
RESISTENCIA A LA COMPRESION	5 CILINDROS POR CADA 40 M ³ O FRAC.	3 DIAS DESPUES DEL ENSAYE
RESISTENCIA A LA FLEXION	3 VIGAS POR CADA 40 M ³ O FRACCION	3 DIAS DESPUES DEL ENSAYE
MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO	UNA MUESTRA POR MES POR PLANTA POR TIPO DE CONCRETO	3 DIAS DESPUES DE LA FECHA DE ENSAYE

VII.5 CONTROL DE CALIDAD EN TERRACERIAS Y PAVIMENTOS

VII.5.1 TERRACERIAS

Las especificaciones para las bases y sub-bases fueron las siguientes:

a) MATERIALES PARA SUB-BASE

El espesor de la sub-base será de 20 cm y el material que se utilice en su formación deberá cumplir satisfactoriamente las siguientes especificaciones:

- La granulometría del material deberá quedar comprendida entre las curvas mostradas en la fig. VII.1 . La curva granulométrica no deberá presentar cambios bruscos de pendientes.
- El porcentaje de material que pase la malla No.200 no deberá ser mayor de 2/3 del que pase la malla No.40.
- Dependiendo de la zona en que se aloje la curva granulométrica del material, se deberán satisfacer los requisitos establecidos en la fig. No.1 en lo que respecta a contracción lineal (%), valor cementante (Kg/cm^2), valor relativo de soporte estándar (%) y equivalente de arena (%).

b) MATERIALES PARA BASE

El espesor de la base será de 15 cm y el material que se utilice deberá cumplir satisfactoriamente las especificaciones siguientes:

- La granulometría del material deberá quedar comprendida entre las curvas mostradas en la figura No.VII.1, se dará preferencia al uso de material cuya granulometría este contenida en las zonas 1 y 2.
- La curva granulométrica no deberá tener cambios bruscos de pendiente. El porcentaje de material que pase la malla No.200 no deberá ser mayor de 2/3 del que pase la malla No.40
- Dependiendo de la zona en que se aloje la curva granulométrica del material, se deberán satisfacer los requisitos establecidos en la fig. No.2 en lo que respecta a límite líquido (%), contracción lineal (%), valor cementante (Kg/cm^2), valor relativo de soporte estándar (%) y equivalente de arena (%).

VII.5.2 PAVIMENTOS

Las especificaciones que se siguieron para controlar la calidad de los materiales para la colocación de pavimentos fueron las siguientes:

c) MATERIALES PETREOS PARA CONCRETO ASFALTICO

La carpeta asfáltica tendrá un espesor de 10 cm y los materiales pétreos que se utilicen para su elaboración deberán cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones de calidad:

- La composición granulométrica del material deberá quedar comprendida entre las curvas mostradas en la fig.3, el tamaño máximo de las partículas será de 1" (25.4 mm).
- La contracción lineal será menor de 2%.
- El desgaste en prueba "Los Angeles" será menor de 40%.
- Las partículas que tengan forma alargada o de laja no excederán de 35% del total.

El equivalente de arena será mayor de 55%.

- En lo que respecta a la afinidad del material pétreo con el asfalto usado, se deberán cumplir satisfactoriamente por lo menos dos de las tres siguientes especificaciones:

1. El desprendimiento por fricción no excederá de 25%.
2. El cubrimiento con asfalto determinado con el método inglés no será menor de 90%.
3. La pérdida de estabilidad por inmersión en agua no será mayor de 25%.

d) MEZCLA ASFALTICA

- El concreto asfáltico que se utilice en la construcción de la carpeta deberá ser elaborado a base de cemento asfáltico de calidad garantizada por el fabricante.
- La mezcla será proporcionada y elaborada en una planta estacionaria, su transporte a la obra se hará evitando la contaminación con materiales extraños y la pérdida de calor durante el trayecto. El concreto asfáltico para la carpeta deberá cumplir con los siguientes requisitos determinados por el Método Marshall en especímenes compactados con 75 golpes por cara.

Estabilidad	700 Kg mínima
Flujo	2 a 4.5 mm
Por ciento de vacíos en la mezcla respecto al volúmen del espécimen	3 a 5
Por ciento de vacíos en el agregado mineral (VAM) respecto al volúmen del espécimen de mezcla	14 mínimo

- Las capas de terracerías, sub-bases, bases y carpetas, deberán sujetarse a pruebas de laboratorio para verificar que se cumplan los requisitos de calidad indicados, así como pruebas en el campo para verificar el grado de compactación de cada capa. Esta verificación se hará mediante una cala a cada 20 m, excepto en la carpeta que será a cada 75 m.
- En ningún caso se podrá tender una capa si la inmediata anterior no ha sido aprobada por la supervisión.

La frecuencia de muestreo mínima para el control de calidad de terracerías y pavimentos será la mostrada en la siguiente tabla:

CAPITULO VII. CONTROL DE CALIDAD

CONCEPTO	FRECUENCIA DE MUESTREO	TIEMPO MAXIMO DE ENTREGA DE RESULTADOS
MATERIALES PARA RELLENO	UNA MUESTRA (10 Kg) POR CADA 4000 M ³ POR BANCO	8 DIAS DESPUES DEL MUESTREO
MATERIALES PARA BASE DE PAVIMENTO	UNA MUESTRA (10 Kg) POR CADA 2000 M ³ POR BANCO	8 DIAS DESPUES DEL MUESTREO
COMPACTACIONES	UNA PRUEBA CADA 200 M ² POR CAPA	EL DIA DEL MUESTREO
MATERIALES PARA RIEGOS ASFALTICOS	UNA PRUEBA POR CADA 200 M ³	10 DIAS DESPUES DEL MUESTREO
VERIFICACION DE TENDIDOS	UNA PRUEBA POR CADA TENDIDO	EL DIA DEL MUESTREO
TEMPERATURA DE TENDIDO DE MATERIALES ASF.	UNA PRUEBA POR CADA SUMINISTRO DE MATERIAL	DE INMEDIATO
MEZCLAS ASFALTICAS	UNA PRUEBA POR CADA 500 TON	8 DIAS DESPUES DEL MUESTREO
TEMPERATURA DE TENDIDO DE MEZCLAS ASFALTICAS	UNA PRUEBA POR CADA DESCARGA DE MATERIAL	DE INMEDIATO
COMPACTACION DE MEZCLA ASFALTICA	3 PRUEBAS POR CADA 4000 M ² O FRAC.	6 DIAS DESPUES DEL MUESTREO
PERMEABILIDAD EN CARPETAS	3 PRUEBAS POR CADA 4000 M ² O FRAC.	2 DIAS DESPUES DEL MUESTREO
DEPRESIONES EN CARPETAS	EN TODA LA CARPETA TENDIDA	2 DIAS DESPUES DEL MUESTREO
TEXTURA DE LA CARPETA ASFALTICA	EN TODA EL AREA TENDIDA	EL DIA DE LA PRUEBA

A N E X O
D E
F I G U R A S

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

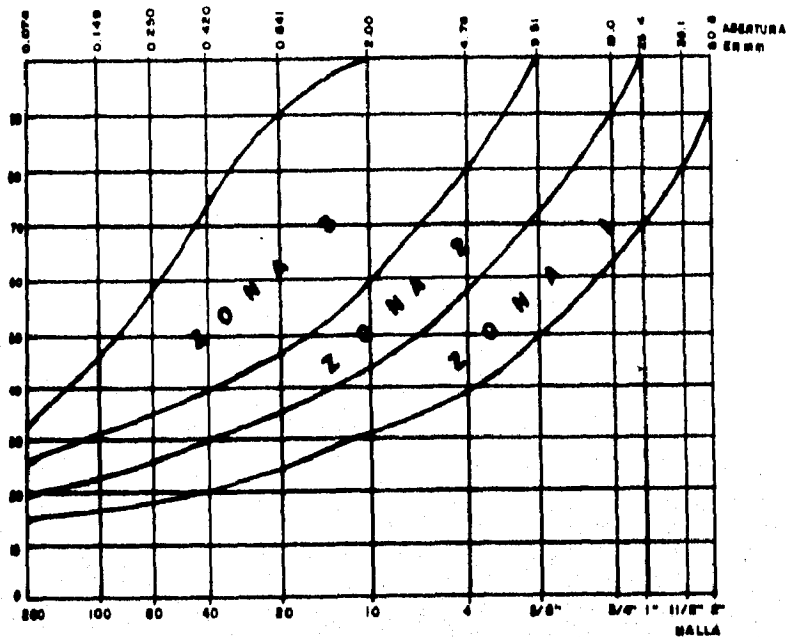


FIGURA VII.1

CARACTERÍSTICAS PARA SUB - BASES	ZONAS EN QUE SE CLASIFICA EL MATERIAL DE ACUERDO A SU GRANULOMETRÍA		
	1	2	3
LÍMITE LIGURO (%)	30 MAX.	30 MAX.	30 MAX.
CONTRACCIÓN LINEAL (%)	4.9 MAX.	4.8 MAX.	3.0 MAX.
VALOR CEMENTANTE PARA MATERIALES ANGULOSOS (Kg/m ³)	3.5 MIN.	3.0 MIN.	2.5 MIN.
VALOR CEMENTANTE PARA MATERIALES REDONDEADOS Y LISOS (Kg/m ³)	5.5 MIN.	4.5 MIN.	3.5 MIN.
VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTÁNDAR	85 MIN.		
EQUIVALENTE DE ARENA	80 MIN.		

FIGURA VII.2

CARACTERÍSTICAS PARA BASES	ZONAS EN QUE SE CLASIFICA EL MATERIAL DE ACUERDO A SU GRANULOMETRÍA		
	1	2	3
LÍMITE LIGURO (%)	30 MAX.	30 MAX.	30 MAX.
CONTRACCIÓN LINEAL (%)	4.9 MAX.	3.8 MAX.	2.0 MAX.
VALOR CEMENTANTE PARA MATERIALES ANGULOSOS (Kg/m ³)	3.5 MIN.	3.0 MIN.	2.5 MIN.
VALOR CEMENTANTE PARA MATERIALES REDONDEADOS Y LISOS (Kg/m ³)	5.5 MIN.	4.5 MIN.	3.5 MIN.
VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTÁNDAR	100 MIN.		
EQUIVALENTE DE ARENA	80 MIN.		

U. N. A. M.

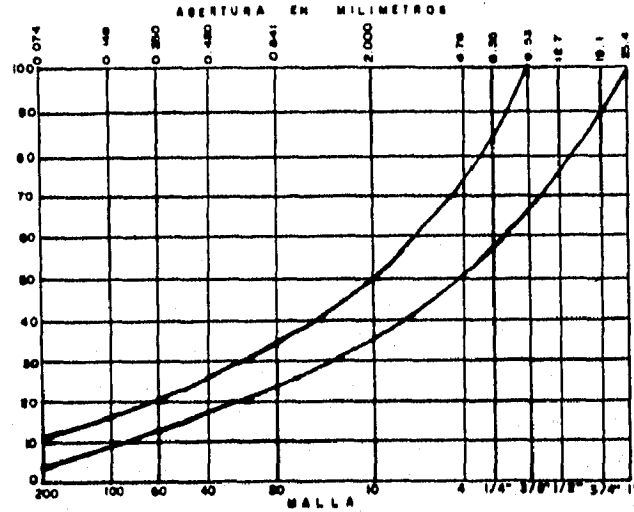
TESIS PROFESIONAL

CAMPUS ARAGON

FIGURAS VII.1 Y VII.2. GRAFICA Y TABLAS DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

CAPITULO VII. CONTROL DE CALIDAD

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA



LA GRANULOMETRIA DEL MATERIAL CUMPLE CON LOS REQUISITOS DE PROYECTO, SI ESTA DENTRO DE LAS SIGUIENTES TOLERANCIAS:

TAMAÑO DEL MATERIAL PETREO		TOLERANCIA (POR CIENTO EN PESO DEL MATERIAL PETREO)
MALLA QUE PASA	RETENIDO EN MALLA	
CORRESPONDIENTE AL TAMAÑO MÁXIMO	4.76 mm (núm. 4)	± 5
4.76 mm (núm. 4)	2.00 mm (núm. 10)	± 4
2.00 mm (núm. 10)	0.420 mm (núm. 40)	± 3
0.420 mm (núm. 40)	0.074 mm (núm. 200)	± 1
0.074 mm (núm. 200)		± 1

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL

CAMPUS ARAGON

FIGURA VII.3. AGREGADOS PARA CONCRETO ASFALTICO

GENERALIDADES

La urbanización consiste en restituir o mejorar todas las instalaciones que se afectaron antes y durante el proceso de construcción. Aunque no forma parte estructural del puente vehicular si lo forma de todo el conjunto arquitectónico.

Considerando lo citado con anterioridad quiere decir que en la obra exterior se involucra la jardinería, señalamiento horizontal y vertical e instalaciones pluviales y de alumbrado público.

A continuación presento de manera general cada uno de ellos para su conocimiento.

VIII.1 OBRA EXTERIOR Y JARDINERIA

VIII.1.1 OBRA EXTERIOR

Dentro de la obra exterior se consideran principalmente la ejecución de pisos de concreto, banquetas, camellones, cenefas y bancas dobles de concreto, de los cuales describiré a continuación sus características.

Sobre la orilla de la zona de banquetas que colinda con las vialidades se excavarán zanjas que permitan construir las guarniciones de concreto de dimensiones 15x20x50 cm (sección trapezoidal).

El fondo de las zanjas deberá escarificarse y compactarse al 90 ± 2% respecto a la prueba Próctor.

Excavadas las zanjas se colocará una cimbra que permita colar las guarniciones de concreto simple, al cual podrá añadirsele un aditivo acelerante de fraguado si es necesario.

Una vez coladas las guarniciones y transcurridas 24 horas podrá retirarse la cimbra. En el área donde se construirán las banquetas se escarificará y compactará el terreno con un espesor de 15 cm con respecto a la prueba antes mencionada. Posteriormente, se coloca una capa de tepetate de 10 cm de espesor apisonada mecánicamente y nivelada con regla.

Sobre la capa de tepetate se colocarán losas de concreto simple de 5 cm de espesor en tableros de dimensiones máximas de 3x3 m.

El concreto para losas y cenefas deberá tener una resistencia a la compresión a los 28 días de 150 Kg/cm² y de 200 Kg/cm² para guarniciones y bancas.

En la perifería de la zona de camellones (lado oriente) se excavarán zanjas donde se puedan construir las guarniciones de concreto simple con las dimensiones antes indicadas.

Siguiendo el proceso mencionado anteriormente para la construcción de guarniciones, la superficie del camellón comprendido entre las guarniciones se escarificará y compactará hasta alcanzar el 90% de su peso volumétrico seco máximo.

Sobre el terreno escarificado y compactado se colocará una capa de tepetate de 10 cm de espesor apisonada y nivelada con regla.

En la zona de camellones no se colocaron losas de concreto, sólo se requirió de rellenos con las características ya mencionadas.

En el camellón del lado poniente sólo se colocaron cenefas (secciones de concreto simple de 0.40 m de ancho perimetral sobre tepetate compactado de 5 cm de espesor colocados sólo en la perifería del camellón) y en el área central entre éstas se colocó una capa de tezontle fino como relleno.

Los pisos que se construyeron en las zonas de acceso peatonal al puente vehicular son de concreto simple de 10 cm de espesor sobre compactación y mejoramiento del terreno con cuadros de 3.0x3.0 m promedio y con juntas de dilatación de 5 cm de ancho rellenas con mortero e incrustaciones de grava de 3/4".

Asimismo, se construyeron bancas dobles de 3.0x1.20x0.42 m de ancho-altura-asiento de concreto en las zonas de acceso al puente, así como rampas de acceso para minusválidos atendiendo a nuevas disposiciones.

Con la construcción del puente vehicular se afectó un módulo deportivo ubicado al lado poniente sobre la Av. Jorge Jiménez Cantú, el cual debió ser reubicado. A este respecto, se acordó levantar una barda perimetral en la plataforma de concreto existente ubicada sobre el camellón de Boulevard de los Continentes (lado oriente) para uso de canchas de fut-bol rápido, dicha zona se confinó con malla ciclón para mayor seguridad de los usuarios.

La cancha de fut-bol rápido es de dimensiones 15.40x26.50 m, con las siguientes características constructivas: muros de tabique rojo recocido de 7x14x28 cm, asentado con mortero cemento-arena proporción 1:3, cadenas y castillos de 15x15 cm armados con 4 varillas de No.3 y estribos de alambón del No.2 a cada 18 cm, acabado aparente por la cara interior, pintura de esmalte color amarillo de 10 cm de ancho en líneas de cancha y de color blanco en el interior de los muros.

VIII.1.2 J A R D I N E R I A

Me referiré a este respecto a los árboles ubicados en la zona de obra, es decir, sobre la Av. Jorge Jiménez Cantú, Boulevard de los Continentes y Av. Central, y que fué precisó derribarlos o transplantarlos para liberar el área sobre la cual se construyó el puente vehicular.

Fué necesario transplantar 62 árboles a otras zonas, los cuales se extrajeron con todo y raíz colocándolos dentro de bolsas de plástico para trasladarlos al sitio indicado. Asimismo, se derribaron 14 árboles que no pudieron ser replantados.

La variedad de los árboles que se encontraron en la zona fueron: pino, eucalipto y fresno. Sus diámetros varían de 5 a 40 cm y alturas que van de 1.20 a 5.50 m.

VIII.2 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL

GENERALIDADES

Para canalizar adecuadamente a los conductores y peatones, se colocaron señalamientos de diversas dimensiones y tipos.

No se puede concebir el buen funcionamiento de una vialidad si ella no cuenta con el señalamiento necesario que le imparta seguridad al usuario de la misma. Daré a continuación una idea general de los diferentes tipos de señalamiento y de su adecuada colocación.

VIII.2.1 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL

Este tipo de señalamiento se representa por medio de marcas longitudinales, transversales y otras marcas sobre el pavimento.

Las marcas longitudinales pueden ser de línea continua o de línea discontinua. Cuando se emplea una línea continua, ella restringe la circulación de tal manera que ningún vehículo puede cruzar ésta línea o sobre ella. Las líneas discontinuas que son líneas directrices, tienen como objeto el guiar y facilitar la circulación en las diferentes vías.

Las líneas continuas tienen un ancho de 10 cm, mientras que las discontinuas son de 10 cm de ancho de 25 m de longitud separadas entre sí 5 m. Las líneas dobles separadoras de carriles son de 10 cm de ancho y 10 cm de separación, exclusivas para delimitar el carril de transporte público.

Las marcas transversales en el pavimento deben emplearse como indicaciones de paradas o bien para delimitar fajas destinadas al cruce de peatones. Estas últimas tendrán un ancho igual al de la banqueta mayor a 2.0 m (como mínimo) con 40 cm de ancho y 40 cm de separación.

El grupo de otras marcas corresponde a aquellas que indican restricciones al estacionamiento y a las marcas que indican la presencia de obstáculos materiales en la calzada o cerca de ella.

Todas las marcas sobre el pavimento de calles y avenidas son de color blanco con reflejante, las marcas deberán ser perfectamente nítidas a los 3 meses de aplicación y completamente visibles a los 6 meses, de acuerdo al manual de dispositivos de control de tránsito de la CGT.

VIII.2.2 SEÑALAMIENTO VERTICAL

A este tipo de señalamiento se le puede clasificar de la siguiente manera:

- a) Señales preventivas
- b) Señales restrictivas
- c) Señales informativas

CAPITULO VIII. U R B A N I Z A C I O N

SEÑALES PREVENTIVAS

Estas señales son aquellas que tienen por objeto advertir al usuario del camino la existencia de un peligro potencial y la naturaleza del mismo. Este señalamiento tiene forma de cuadrado con una diagonal en posición vertical. Su fondo es amarillo con letras y ribete de color negro, además el largo del cuadrado es de 61 cm.

La distancia hasta el lugar de peligro a la que deberán colocarse las señales será determinada de manera que asegure su mayor eficiencia tanto de día como de noche, teniendo en cuenta el tipo de camino y de los vehículos que lo usarán. Sin embargo, se aconseja que la distancia no sea inferior a 90 m ni mayor a 225 m.

Este señalamiento se coloca en el lado derecho del camino, correspondiente a la dirección de circulación y frente a ella. Si las circunstancias lo aconsejan, las señales podrán ser repetidas a diferentes distancias y en el lado opuesto del camino. Pueden colocarse a una distancia apropiada del borde de la carpeta asfáltica, distancia que será como mínimo de 1.50 m y como máximo de 2.40 m.

Se aconseja que la altura de las señales sobre la calzada sea uniforme especialmente a lo largo de una ruta. La altura de las señales preventivas no será mayor de 2.10 m ni menor de 60 cm. Se aconseja que la altura sea de 1.50 m.

SEÑALES RESTRICTIVAS

Las señales restrictivas son aquellas que tienen por objeto el expresar en la misma alguna fase del Reglamento de Tránsito, con el fin de que el usuario del camino la cumpla. Estas señales, generalmente, tienden a restringir algún movimiento del vehículo, recordándole al conductor la existencia de alguna prohibición o limitación reglamentada. Para este señalamiento se utilizó la forma cuadrada y están formadas por un símbolo negro inscrito en un círculo rojo sobre fondo blanco con un letrero negro debajo del círculo.

En cuanto a la colocación de las señales restrictivas deben colocarse en el lado de la vialidad y correspondiendo a la dirección de la circulación y frente a ella. Sin embargo, aquellas señales que prohíban virar o indiquen una dirección obligatoria deberán colocarse a suficiente distancia antes del punto considerado.

La altura de éstas señales no excederá de 2.20 m ni será inferior a 0.60 m. Las dimensiones de las placas de señalamiento utilizadas fué de 61x61 cm, 30x61 cm y 71x71x71 cm.

CAPITULO VIII. U R B A N I Z A C I O N

SEÑALES INFORMATIVAS

Estas señales corresponden a aquellas que tienen como finalidad el proporcionar al usuario alguna información que le ayude en su viaje. Tienen una forma rectangular y deben colocarse en posición horizontal, con excepción de algunas que se colocan verticalmente.

Sus colores serán: fondo blanco, con letras y ribete blanco, mientras que las de tipo bandera serán con fondo verde mate y leyenda en color blanco reflejante de alta intensidad al igual que las restrictivas de velocidad.

Este señalamiento no tiene dimensiones fijas, sin embargo, se utilizaron placas de 100x50 cm, 30x180 cm, 122x305 cm y 61x61 cm. Es aconsejable que las leyendas inscritas en las placas no tengan más de tres renglones.

Otro tipo de señalamiento utilizado para el buen funcionamiento del puente vehicular son los indicadores de obstáculos, de sección rectangular y dimensiones de 40x90 cm y 20x90 cm.

NOTAS:

- Todas las señales serán de lámina galvanizada calibre 16
- Todas las señales de nomenclatura serán a doble cara
- Se recomienda retirar el señalamiento en mal estado y provisional por obra
- Las dimensiones y colores serán de acuerdo al manual de la S.T.V.
- Se recomienda utilizar los postes de alumbrado para la colocación del señalamiento sin que varíe mucho el proyecto
- Los postes para la señalización vertical serán a base de perfil PTR de 5x5 cm y 3.8 mm de espesor.

VIII.3 INSTALACIONES

GENERALIDADES

Respecto a las instalaciones que integran al puente y que permiten una adecuada condición de servicio se cuenta con instalaciones de drenaje pluvial y alumbrado público.

El drenaje pluvial se refiere a la captación y conducción del agua pluvial que sobre la pista de rodamiento y sobre el paso peatonal se presente evitando encharcamientos sobre éstos.

Otro tipo de instalaciones que se requieren en este tipo de obras son las de alumbrado público que permiten mejorar la visibilidad en horario nocturno sobre la pista de rodamiento y bajo el puente.

VIII.3.1 DRENAJE PLUVIAL

El drenaje instalado en el puente vehicular es exclusivamente de tipo pluvial con las características que describo a continuación.

Para captar el agua sobre el puente se aprovecha su pendiente transversal y longitudinal de 2 y 6%, respectivamente. Es por ello que la conducción es por gravedad y la captación se logra mediante rejillas de piso alojadas en la zona de rampas.

Las rejillas son triples de piso con bisagras marca Mymaco o similar, sus dimensiones son de 0.60x0.40 cm. Están alojadas bajo el parapeto metálico en la zona de rampas, el agua es captada en un registro de 0.66x1.48 m a base de muro de tabique rojo y se descarga al colector principal por medio de tubos de concreto simple de 38 cm de diámetro.

En el paso peatonal la captación de agua se logra mediante rejillas de piso colocadas transversalmente en los extremos de cada acceso. La rejilla es removible marca Irving de solera de 19"x3/16", bajo ésta se encuentra una sección acanalada con pendiente del 2% sobre la que se vierte y conduce el agua hasta una tubería de acero soldable de 10 cm de diámetro colocada exteriormente sobre columnas y lechos de losa bajo escaleras sujetas con abrazaderas tipo omega. La tubería llega hasta un registro de mampostería y de ahí se descarga el agua hacia el colector general.

CAPITULO VIII. U R B A N I Z A C I O N

El drenaje pluvial en la vialidad a nivel (lados oriente y poniente) se conduce a las atarjeas que descargan al colector, éstas se encuentran separadas entre sí 25 m.

VIII.3.2 ALUMBRADO PUBLICO

Las obras referentes a instalaciones eléctricas consisten en las preparaciones y montajes de todos los elementos que forman el alumbrado público sobre y bajo puente.

Durante la ejecución de los trabajos de obra civil se verificó que se realizarán todas las preparaciones correspondientes de acuerdo a los planos de instalaciones eléctricas.

El alumbrado utilizado en la parte superior del puente vehicular consiste en postes cónicos de una y dos ménsulas (sólo en los accesos al puente), mientras que en la zona bajo puente se colocaron reflectores apoyados en los diafrámas de concreto.

El alumbrado sobre puente requirió de 27 postes cónicos (2 de ellos con doble ménsula) fabricados de lámina calibre No.11 con una longitud de 9 m, brazo de 2.4 m de longitud y 2" de diámetro que en su extremo soporta la(s) lámpara(s) de 250 W, separados a una distancia de 30 m. La base de apoyo de los postes está formada por una placa de 35x35x1.9 cm soportadas por anclas roscadas de 1" de diámetro, ahogada en una base de concreto de 100x100x60 cm (forma tronco piramidal). La instalación está ahogada en el firme de concreto en tubería de PVC flexible (alaflex) de 2" de diámetro interior.

Bajo puente se requirió de 44 reflectores con lámpara de 150 W tipo module 600 para montaje en trabe y lecho bajo losa, la canalización de la tubería se efectuará a base de tubería conduit pared gruesa galvanizada, roscada en sus extremos, ahogada en el firme. La alimentación eléctrica proviene de los tableros ubicados en la subestación de la Estación Continentes.

CAPITULO VIII. U R B A N I Z A C I O N

El alumbrado público sobre la vialidad coincidente requirió de 35 postes cónicos fabricados en lámina calibre No. 11 con una longitud de 9 m, brazo de 2.4 m de longitud y de 2" de diámetro soportando en su extremo una lámpara de 250 W, con separación entre postes de 30 m. Su base de apoyo está formada por una placa de 35x35x1.9 cm soportadas por anclas roscadas de 1" de diámetro, ahogada en una base de concreto de 100 cm de base x 100 cm de altura y 60 cm de corona (forma tronco piramidal).

El cableado para la instalación de la iluminación en la vialidad coincidente se aloja en tubos de concreto simple de 10 cm de diámetro con cajas de registro de concreto armado con tapa, marco y contramarco de $f'c=150 \text{ Kg/cm}^2$ para el registro y $f'c=200 \text{ Kg/cm}^2$ para la tapa a cada 15 cm. Sobre los tubos se colocó un relleno de tepetate con 40 cm de espesor sobre el lomo del tubo y compactando con pisón manual al 90% de la prueba Próctor en capas de 20 cm, posteriormente se coloca una losa de 10 cm de espesor de concreto simple con una resistencia de $f'c=150 \text{ Kg/cm}^2$ para protegerlo de las cargas.

IX.1 COSTO DE LA OBRA

Un alto volúmen de las obras que se ejecutan en nuestro país se contratan bajo el sistema de precios unitarios, incluyendo la obra que describo, aplicados a los diversos conceptos y cantidades de obra para conformar un presupuesto cuyos encabezados son: Concepto, Unidad, Cantidad, Precio Unitario e Importe.

El precio unitario a su vez, está integrado por los costos correspondientes a mano de obra, materiales, herramienta y maquinaria llamados en conjunto Costo Directo; los costos de administración, fianzas, seguros, financiamiento e imprevistos, denominados Costo Indirecto y la Utilidad que el constructor percibe a cambio de su trabajo.

Los precios unitarios y cada uno de los elementos que lo integran son en los costos, estándares de comparación. Asimismo, los rendimientos sirven de base para controlar el tiempo de ejecución, tienen evidentemente, una relación directa con el costo.

El presupuesto en sí, asociado al programa de obra, puede hacer las veces de estándar global de comparación a través de su representación gráfica.

En la elaboración del presupuesto se hace uso de la información disponible en el proyecto y de los costos que en ese momento tengan los insumos. Cabe pues esperar que sobre la marcha se tengan incrementos de costo no controlables por el constructor, así como condiciones de campo que hagan variar el proyecto por lo cual el presupuesto se tenga que ajustar.

Por otra parte, si por medio del control de costos se detectan desviaciones importantes, habrá que buscar la causa y corregirla de inmediato: salarios del personal más altos que los supuestos, rendimientos más bajos, costos de adquisición de los materiales por encima de lo presupuestado, consumos o desperdicios mayores a los normales, rentas del equipo superiores a los previstos, costos de administración muy altos, financiamiento elevado.

En un ambiente inflacionario, el control de costos reviste especial importancia para el constructor, entre otras razones por que el poder adquisitivo de la moneda cambia rápidamente.

El mejoramiento de los estándares de comparación en este renglón, se tendrá en la medida que se estudie al detalle el proyecto por presupuestar, así como las condiciones que prevalecerán en campo en cuanto al grado de dificultad para ejecutar las obras.

CAPITULO IX. COSTO Y PROGRAMA DE OBRA

En relación a lo anteriormente citado, el monto de adjudicación del contrato fué de \$ 15 937 752.00 (quince millones novecientos treinta y siete mil setecientos cincuenta y dos pesos 00/100 m.n.). El período de ejecución de la obra fué según el contrato del 21 de diciembre de 1994 al 21 de noviembre de 1995. Sin embargo, fué necesario realizar un amparo de contrato, debido a que los trabajos no se ejecutaron en el período establecido y los costos de algunos conceptos se vieron aumentados, modificando el monto total de la obra. Mediante el convenio establecido por las partes actuantes se determinó erogar un monto adicional de \$ 3 970 940.00 (tres millones novecientos setenta mil novecientos cuarenta pesos 00/100 m.n.) más I.V.A. con un período de ejecución al 28 de febrero de 1996.

A continuación presento el costo de la obra de contrato y de convenio por partidas, tomando los precios del catálogo de conceptos de la Contratista.

CAPITULO IX. COSTO Y PROGRAMA DE OBRA

PROGRAMA POR PARTIDAS

CLAVE	C O N C E P T O	T O T A L (\$)	GRAN TOTAL
I.	PRELIMINARES	17 468.40	17 468.40
II.	RETIRO DE INTERFERENCIAS	59 494.83	59 494.83
III.	CONFINAMIENTOS	214 575.89	214 575.89
IV.	OBRA INDUCIDA		
IV.1	AGUA POTABLE	13 169.52	
IV.2	ATARJEAS	19 241.40	
IV.3	POZOS DE VISITA	28 452.20	
IV.4	EXCAVACIONES Y RELLENOS	482 157.43	543 020.55
V.	INFRAESTRUCTURA		
V.1	CIMENTACION PROFUNDA	2 245 900.46	
V.2	CIMENTACION	2 343 287.07	4 589 187.53
VI.	SUBESTRUCTURA		
VI.1	COLUMNAS Y CAPITELAS	518 342.28	
VI.2	ESTRIBOS Y MUROS DE CONTENCIÓN	368 288.19	886 630.47
VII.	ESTRUCTURA PREFABRICADA		
VII.1	FABRICACION Y ALMACENAJE DE TRABES	3 803 498.72	
VII.2	TRANSPORTE Y MONTAJE DE TRABES	2 025 374.34	
VII.3	ACCESORIOS EN TRABES PREFABRICADAS	28 401.58	5 857 274.64
VIII.	SUPERESTRUCTURA		
VIII.1	DIAFRAGMAS Y CABEZALES	288 452.73	
VIII.2	FIRMES DE COMPRESION	376 608.46	665 061.19
IX.	PAVIMENTOS EN PUENTE Y RAMPAS	510 782.99	510 782.99
X.	ALBAÑILERIA Y ACABADOS	401 406.35	401 406.35
XI.	INSTALACIONES		
XI.1	ALUMBRADO SOBRE PUENTE	84 414.24	
XI.2	ALUMBRADO BAJO PUENTE	103 797.89	
XI.3	DRENAJE PLUVIAL	18 067.97	206 280.10

CAPITULO IX. COSTO Y PROGRAMA DE OBRA

PROGRAMA POR PARTIDAS

CLAVE	C O N C E P T O	TOTAL (\$)	GRAN TOTAL
XII.	SEÑALIZACION		
XII.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL	20 856.42	
XII.2	SEÑALIZACION VERTICAL	64 569.94	85 426.36
XIII.	OBRAS VIALES COMPLEMENTARIAS	338 417.31	338 417.31
XIV.	SEGURIDAD VIAL	189 590.50	189 590.50
XV.	ESCALERAS Y PASOS PEATONALES	1 378 134.89	1 378 134.89

TOTAL : \$ 15 937 752.00

CAPITULO IX. COSTO Y PROGRAMA DE OBRA

PROGRAMA DE CONVENIO POR PARTIDAS

CLAVE	C O N C E P T O	TOTAL (\$)	GRAN TOTAL
I.	PRELIMINARES	26 275.00	26 275.00
II.	RETIRO DE INTERFERENCIAS	310 103.00	310 103.00
V.2	CIMENTACION	478 291.00	478 291.00
VIII.	SUPERESTRUCTURA		
VIII.1	DIAFRAGMA Y CABEZALES	46 673.00	
VIII.2	FIRMES DE COMPRESION	723 945.00	770 618.00
IX.	PAVIMENTOS EN PUENTE Y RAMPAS	451 653.00	451 653.00
XI.3	DRENAJE PLUVIAL	25 588.00	25 588.00
XIII.	OBRAS VIALES COMPLEMENTARIAS	1 154 768.00	1 154 768.00
XV.	ESCALERAS Y PASOS PEATONALES	753 644.00	753 644.00

T O T A L : \$ 3 970 940.00

Del desglose de los programas anteriores, puedo concluir que el monto total de la obra quedó compuesto de la siguiente manera:

MONTO DEL PROGRAMA ORIGINAL: \$ 15 937 752.00

MONTO DEL PROGRAMA DE CONVENIO: \$ 3 970 940.00

GRAN TOTAL : \$ 19 908 692.00

IX.2 PROGRAMA DE OBRA

El controlar adecuadamente el costo y tiempo de ejecución de una obra, permitirá corregir oportunamente desviaciones que de no hacerlo, pondrían en riesgo la consecución de las metas fijadas.

El establecimiento de los estándares de tiempo (periodicidad de estándares de comparación) provienen del análisis, tan detallado como sea posible, de cada una de las actividades que componen un procedimiento constructivo, su interrelación y el rendimiento de los recursos: mano de obra y equipo, asignados para ejecutarlas.

El procesamiento de esta información da como resultado lo que se conoce como Programa de Obra en el cual se muestra gráficamente la duración de todas y cada una de las actividades en que convencionalmente se ha dividido la obra para su análisis.

A partir del programa de obra, pueden seleccionarse los estándares de comparación, pudiendo ser el propio programa general de obra un estándar contra el cual comparar el avance real registrado en campo.

En el caso particular de cada una de las actividades, su duración se calcula en función del volumen de obra por ejecutar de acuerdo al proyecto, y del rendimiento, entendido como la cantidad de obra ejecutada entre la unidad de tiempo seleccionada que el personal o el equipo encargado de determinada tarea es capaz de ejecutar.

Una vez establecidos los estándares de acuerdo a la periodicidad requerida por los diferentes niveles jerárquicos de una organización, se generarán reportes conteniendo los rendimientos reales obtenidos en la obra, señalándose las causas del retraso en las actividades que lo tengan.

La acción correctiva estará encaminada a corregir las variables controlables como pueden ser: incrementar el número de personal en uno o varios frentes de trabajo, asignar personal calificado, cambiar el tipo de maquinaria que se está empleando, modificar el procedimiento constructivo, etc.

El mejoramiento de los estándares de comparación, se logra en base a considerar las condiciones reales que se presentarán en campo, el clima, el grado real de dificultad de la obra, así como un análisis metódico del proyecto por construir, entre otras medidas.

CAPITULO IX. COSTO Y PROGRAMA DE OBRA

A continuación presento el programa general de obra presentado por la Contratista para la ejecución de los trabajos en el tiempo que ahí se indica, así como el programa de obra establecido en el convenio (prórroga de contrato), en el que se consideran los trabajos no tomados en cuenta en el programa inicial.

**PUENTE VEHICULAR CONTINENTES
PROGRAMA DE OBRA DE CONVENIO**

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	%	A	1996				1996				1996				
						DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				
						1a	2a	3a	4a	1a	2a	3a	4a	5a	1a	2a	3a	4a
SEMANA NO.																		
						50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
I. PAVIMENTOS EN PUENTES Y RAMPAS																		
I-01	EXCAVACION	M ³	300.00	0.006	P													
					R													
I-02	ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS	M ²	3395.00	0.0382	P													
					R													
I-03	PAVIMENTOS	M ²	678.00	0.0749	P													
					R													
I-04	GUARNICIONES Y BANQUETAS	M	1170.00	0.0552	P													
					R													
II. ALBANILERIA Y ACABADOS																		
II-01	PARAPETO METALICO Y ACCESORIOS	M	1060.00	0.0708	P													
					R													
II-02	PINTURAS EN GENERAL	M ²	2357.00	0.0054	P													
					R													
III. INSTALACIONES																		
III-01	ALUMBRADO SOBRE PUENTE	PZA	25.00	0.0235	P													
					R													
III-02	ALUMBRADO BAJO PUENTE	PZA	50.00	0.0290	P													
					R													
III-03	DRENAJE PLUVIAL	M	49.00	0.0051	P													
					R													
IV. SENALIZACIONES																		
IV-01	SENALIZACION VERTICAL	LOTE	1.00	0.0178	P													
					R													
IV-02	SENALIZACION HORIZONTAL	LOTE	1.00	0.0059	P													
					R													
V. OBRAS VIALES																		
V-01	OBRA VIALES COMPLEMENTARIAS	LOTE	1.00	0.0978	P													
					R													
VI. ESCALERAS Y PUENTES PEATONALES																		
VI-01	EXCAVACIONES	M ³	257.00	0.0028	P													
					R													
VI-02	ACERO DE REFUERZO Y CIMBRA EN CIMENTACION	Kg	10584.00	0.0087	P													
					R													
VI-03	CONCRETO EN CONTRATRASOS Y RELLENO	M ³	83.00	0.0123	P													
					R													
VI-04	ACERO Y CIMBRA EN COLUMNAS	Kg	7676.00	0.0274	P													
					R													
VI-05	CONCRETO EN COLUMNAS, RAMPAS Y ESTRUCTURA	M ³	25.00	0.0483	P													
					R													
VI-06	ACABADOS	LOTE	1.00	0.0629	P													
					R													
VI-07	LOSACERO	M ²	1620.00	0.0293	P													
					R													
VI-08	FIRME DE CONCRETO	M ²	1620.00	0.0078	P													
					R													
VI-09	BARANDAL Y ANDADOR	M	232.00	0.2020	P													
					R													
VII-01	ALUMBRADO COINCIDENTE	PZA	40.00	0.0302	P													
					R													
VIII-01	RED DE RIEGO	M	620.00	0.0252	P													
					R													
IX-01	PARAPETO DE CONCRETO	M	720.00	0.0391	P													
					R													
X-01	JUNTA DE CALZADA	M	100.00	0.0279	P													
					R													
XI-01	CERCA PERIMETRAL	M	300.00	0.0061	P													
					R													
XII-01	MALLA DE PROTECCION EN PASARELA	M ²	320.00	0.0279	P													
					R													
XIII-01	PUERTAS DE ACCESO	PZA	12.00	0.0070	P													
					R													
XIV-01	LIMPIEZA GENERAL	LOTE	1.00	0.0058	P													
					R													

C O N C L U S I O N E S

Indudablemente que un buen proyecto determina una obra de buena calidad; pero esta no estaría garantizada a no ser que se cuente con un proceso constructivo adecuado y que determine de manera sistemática los trabajos a realizar. Las especificaciones en cuanto a ejecución, cantidad y calidad de los materiales empleados, también juegan un papel determinante pues son la garantía de calidad de toda la obra.

Es de suma importancia para todas las partes (cliente, contratista y supervisión) llevar en forma adecuada la bitácora de obra puesto que es el elemento de carácter legal en el que se asientan todas las peticiones, exigencias, cambios de proyecto y órdenes de trabajo que genere la obra día con día. Sin el adecuado seguimiento de este documento difícilmente se podría exigir a todos el cumplimiento de sus responsabilidades y derechos. Adicionalmente a la bitácora es importante que se realicen juntas de proyecto para estar enterados de los problemas o necesidades de la obra y tomar a tiempo las decisiones pertinentes cuando lleguen a requerirse.

Respecto al control de la obra es necesario que tanto el constructor como el supervisor implementen las medidas internas pertinentes para que la ejecución de los trabajos se lleven a cabo sin contratiempos y con un máximo de seguridad para el personal. Por otra parte, es importante establecer los alcances de los precios unitarios ya que están directamente relacionados con los rendimientos y la buena ejecución de la obra, así como de los pagos correspondientes.

En particular, el sistema de presforzados empleado en este puente simplifica enormemente los trabajos de construcción, sobre todo al utilizarse en vialidades de gran movilidad, como es el caso de la Av. Central, donde de suspenderse la circulación de forma prolongada generaría enormes problemas viales.

En este caso, al utilizar elementos presforzados se evita la suspensión diurna de la vía por utilización de obra falsa bajo el puente (de haberse llevado a cabo con el procedimiento tradicional de colado en sitio) y se permitió además, cubrir un claro muy largo sin la necesidad de colocar apoyos intermedios.

Por lo explicado con anterioridad, puedo concluir que el proceso constructivo llevado a cabo en el puente vehicular resulto ser el apropiado, debido a las condiciones físicas presentes en la zona. Asimismo, quedo demostrado que los elementos presforzados son estructuras de gran utilidad para el constructor ya que reducen el tiempo de ejecución comparado con una estructura colada en sitio.

C O N C L U S I O N E S

Con este tipo de obras de vialidad, se mejora en parte la circulación vehicular de la zona; pero aún falta mucho por hacer, ya que en el área de influencia del puente (norte del municipio de Nezahualcóyotl) durante ésta década ha presentado un crecimiento demográfico con la consecuente demanda de servicios, entre ellos los de infraestructura vial.

En relación a esta tendencia, el crecimiento vehicular indica que la movilidad en las vías que ligará el puente podría pasar de 1498 vehículos en la hora de máxima demanda en 1994 a 3895 circulando en el 2016, lo que ocasionaría problemas más graves de congestionamiento a la red vial de la zona.

Con la construcción del Puente Vehicular Continentes no se eliminará completamente el problema de congestionamiento en la zona; pero sí ayudará a mantener un flujo de circulación constante, disminuyendo así, la emisión de gases contaminantes.

Finalmente, con el objeto de una mejor operación en la vialidad regional al operar el puente se requiere:

- a) En la Av. Jorge Jiménez Cantú se requiere la pavimentación de 300 m aproximadamente, entre la Av. Independencia y Av. 1 para ofrecer la liga hasta periférico norte (Río de los Remedios).
- b) Para la etapa de operación de la Línea "B" y los puentes, se recomienda según el proyecto de señalización, una información eficiente que permita una fluidez en el tránsito, amplia seguridad y por consecuencia un muy bajo o nulo índice de accidentes.
- c) La rehabilitación de las vías secundarias a utilizar como gasas naturales.
- d) Prohibir el estacionamiento en la vía pública en el trayecto de gasas naturales.

B I B L I O G R A F I A

- * INGENIERIA DE TRANSPORTE
WILLIAM W. HAY
EDITORIAL LIMUSA, 1983

- * VIAS DE COMUNICACION
ING. CARLOS CRESPO VILLALAZ
EDITORIAL LIMUSA, 1979

- * BIBLIOTECA DEL INGENIERO CIVIL
EDICIONES CIENCIA TECNICA S.A., TOMO X

- * CONCRETO ARMADO EN LAS ESTRUCTURAS
VICENTE PEREZ ALAMO
EDITORIAL TRILLAS

- * DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO PREFORZADO
ARTHUR H. NILSON
EDITORIAL LIMUSA

- * MANUAL DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PILAS Y PILOTES
INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA U.N.A.M.
SOCIEDAD MEXICANA DE MECANICA DE SUELOS

- * INTRODUCCION AL PROCESO CONSTRUCTIVO
ING. ERNESTO MENDOZA SANCHEZ
FUNDACION PARA LA ENSEÑANZA DE LA CONSTRUCCION A.C.

B I B L I O G R A F I A

- * MECANICA DE SUELOS TOMO I
JUAREZ BADILLO, RICO RODRIGUEZ
EDITORIAL NORIEGA-LIMUSA

- * CARACTERISTICAS GEOLOGICAS Y GEOTECNICAS DEL VALLE DE MEXICO
ARTICULO TECNICO: SERIE DE CONSTRUCCION DEL METRO
D.G.C.O.S.T.C. (COVITUR)
No. 2, DICIEMBRE 1990

- * CONTRATO DE ADJUDICACION DE OBRA PUBLICA
D.G.C.O.S.T.C. - D.D.F. - ESTADO DE MEXICO

- * LEY DE OBRA PUBLICA Y SU REGLAMENTO
CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

- * PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE DEL DISTRITO FEDERAL
D.G.C.O.S.T.C. (COVITUR)
JUNIO 1982

- * ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCION DEL PUENTE
VEHICULAR CONTINENTES
D.G.C.O.S.T.C. - D.D.F.
SECRETARIA GENERAL DE OBRAS