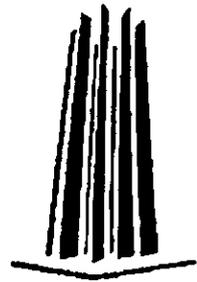




UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES.

“ARAGON”



PROCESO CONSTRUCTIVO DE
ELEMENTOS PREFABRICADOS
DEL DISTRIBUIDOR VIAL
ZARAGOZA-OCEANIA

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

JOSE JAVIER SOSA HERNANDEZ

SAN JUAN DE ARAGON, EDO MEXICO

2000



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

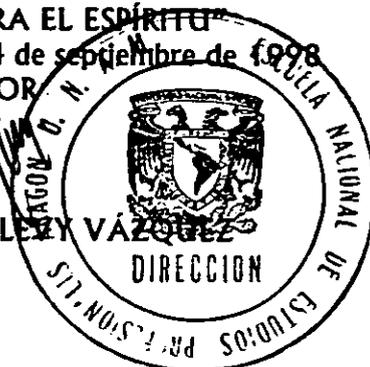
JOSÉ JAVIER SOSA HERNÁNDEZ
PRESENTE.

En contestación a la solicitud de fecha 1 de septiembre del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. MARIO AVALOS HERNÁNDEZ pueda dirigirle el trabajo de tesis denominado, "PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DEL DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANÍA", 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., 14 de septiembre de 1998
EL DIRECTOR

Lic. CARLOS EDUARDO LEZY VÁZQUEZ



c c p Secretaría Académica.
c c p Jefatura del Area de Ingeniería Civil
c c p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/MCA/IIa.

**PROCESO CONSTRUCTIVO
DE ELEMENTOS
PREFABRICADOS DEL
DISTRIBUIDOR VIAL
ZARAGOZA-OCEANIA**

Agradecimientos

A mis Padres:

*Por su comprensión y apoyo
brindado durante las etapas de
mi vida*

A mis Hermanos:

*Que también me han brindado su
apoyo y que unidos como hasta ahora
hemos salido adelante.*

A mi Esposa :

*Sisela J.J. por su comprensión del
tiempo dedicado para elaborar la
presente y quien ha compartido
momentos difíciles en mi
formación profesional.*

A mi hija: F. Michelle S.J.

*La cual me motiva a buscar nuevas
metas en la vida.*

*A mis compañeros de escuela y
de trabajo:*

*Que en todo momento me han
impulsado a seguir adelante en
mi formación profesional.*

*A la Ingeniero : Maria Guadalupe
Hams U.*

*Por las atenciones e impulso
brindado para la realización de
este trabajo.*

*Al Ingeniero Javier Pérez M.
Por su confianza y por el
desarrollo profesional que me ha
brindado su empresa.*

*A la U.N.A.M. la cual me dio la
oportunidad de realizar mis
estudios*

*A la E.N.E.P. ARAZON;
Por la formación académica
proporcionada a lo largo de mi
estancia en ella.*

*A mis profesores en
general: Que participaron en mi
formación académica.*

*Al Ing. Mario Avalos Hernández:
quien me brindo su apoyo
incondicional y me ha orientado en
la elaboración de este trabajo de
tesis.*

*Y para ti que desde allá arriba
me sigues ayudando, Gracias*

José Javier Sosa Hernández

INDICE

Pág.

INTRODUCCIÓN.....	1
-------------------	---

CAPITULO I GENERALIDADES.

I.1 ANTECEDENTES DE LA PREFABRICACIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.....	1
I.2 OBJETIVOS.....	3
I.3 INGENIERIA DE TRANSITO.....	5
I.4 CARACTERISTICAS GENERALES.....	10

CAPITULO II ANTEPROYECTO.

II.1 ESTUDIOS VIALES.....	24
II.1.1 AFORO VEHICULAR.....	25
II.1.2 SEÑALAMIENTO PROVISIONAL.....	26
II.2 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.....	27
II.3 IMPACTO AMBIENTAL.....	31
II.4 OBRA CIVIL.....	32
II.4.1 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	32
II.4.2 INTERACCIÓN CON OTROS PROYECTOS.....	35

CAPITULO III PROYECTO EJECUTIVO.

III.1 PROYECTO GEOMETRICO.....	37
III.1.1 PROYECTO GEOMETRICO DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS.....	40
III.2 PROYECTO ESTRUCTURAL.....	41
III.2.1 SUBESTRUCTURA.....	43
III.2.2 SUPERESTRUCTURA.....	55

CAPITULO IV PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.

IV.1 PROCESO CONSTRUCTIVO DE FABRICACIÓN DE PILOTES DE PUNTA.....	73
--	----

IV.1.1 PROCESO DE PERFORACIÓN PREVIA PARA HINCADO DE PILOTES DE PUNTA.	83
IV.1.2 PROCESO DE HINCADO DE PILOTES DE PUNTA.	85
IV.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE CAJONES DE CIMENTACIÓN (ZAPATAS).	93
IV.3 PROCESO CONSTRUCTIVO DE FABRICACIÓN DE COLUMNAS PRESFORZADAS.	102
IV.4 PROCESO CONSTRUCTIVO DE FABRICACIÓN CABEZALES POSTENSADOS.	114
IV.4.1 PROCESO PARA EL POSTENSADO DE CABEZALES EN OBRA.	121
IV.5 PROCESO CONSTRUCTIVO DE FABRICACIÓN DE TRABES CENTRALES (TC) PRESFORZADAS.	129
IV.5.1 PROCESO PARA EL CURADO A VAPOR DE TRABES (TC).CON PERALTE 2.00 M.	135

**CAPITULO V
CONTROL DE CALIDAD DE ELEMENTOS
PREFABRICADOS.**

V.1 CONCRETO.	151
V.1.1 MATERIALES.	151
V.1.2 ELABORACIÓN DEL CONCRETO.	173
V.1.3 CONCRETO PREMEZCLADO.	177
V.1.4 PRUEBAS EN EL CONCRETO.	178
V.1.5 CONCRETO PRESFORZADO.	187
V.2 ACERO DE REFUERZO.	288
V.3 ACERO DE PRESFUERZO.	199

**CAPITULO VI
PROPUESTA ESTRATEGICA DE MONTAJE DE ELEMENTOS
PREFABRICADOS**

VI.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA EL MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.	207
VI.1.1 CONDICIONES DE EJECUCIÓN PARA LOS TRABAJOS DE MONTAJE DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS.	209
VI.2 SECUENCIA DE MONTAJE DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS POR ZONA.	212

VI.3 RESUMEN DE UTILIZACIÓN DE TANDEM'S DE MONTAJE PARA TRABES (TC),(TA) Y (TCA) CON PERALTE DE 2.00 M.....	221
CONCLUSIONES.....	228
REFERENCIAS	230

INTRODUCCION

INTRODUCCIÓN

Ante el incremento demográfico y urbano que se ha venido registrando en los últimos años cambio en forma considerable la fisonomía del Distrito Federal y en particular la zona Metropolitana generando de esta manera una mayor demanda de servicios públicos, entre ellos el transporte.

Todo gobierno debe proporcionar un transporte digno, rápido, seguro y eficiente a sus ciudadanos y dado que la Ciudad de México que de todos es sabido es una de las urbes más grandes del mundo y en la que las necesidades de transporte rápido de pasajeros son indispensables.

A pesar del incremento de la inversión pública destinada a tales fines, esta es insuficiente para satisfacer a la población, es por ello que el gobierno de la Ciudad de México ha implementado programas que prevean la demanda de estos servicios.

Una de estas alternativas es el programa maestro del metro, realizado por la Secretaria General de Obras, a través de la Dirección General de Construcción de Obras del Sistema de Transporte Colectivo (DGCOSTC), la cual establece que el metro es el eje primario de transporte, sin embargo a pesar del crecimiento, eficiencia y capacidad que ha venido logrando, este sistema por si solo no es suficiente para resolver los problemas de movilidad de la población, por ello es necesario extender la red hacia otros puntos de la Ciudad de México y el área Metropolitana, además de combinarlo con otros medios de transporte publico y privado.

La más reciente extensión del metro viene a ser el Metropolitano "LINEA B" que observara un origen destino BUENAVISTA-ECATEPEC, el cual se alojará en los siguientes corredores viales:

EN EL DISTRITO FEDERAL

En eje 1 norte (Alzate, Mosqueta, Rayón, Heroes de Granaditas, Av. del trabajo y Albañiles)

En eje 3 oriente (Ing. Eduardo Molina).

En calle Artilleros (al norte de las instalaciones de la TAPO)

En Av. Oceanía y Av. 608.

EN EL ESTADO DE MEXICO

En Av. Profesor Carlos Hank González (Av. Central).

Cruza por las delegaciones políticas Cuauhtémoc, Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero del Distrito Federal; así como los municipios de Nezahualcoyotl y Ecatepec en el Estado de México, como se puede apreciar en las (fig. a y b)

UBICACIÓN DEL METROPOLITANO LINEA "B"

El Metropolitano Línea "B" se ubica en la zona norte del área metropolitana de la Ciudad de México, comunicando sus zonas poniente y nororiente con el Centro Histórico. En su primera etapa, se construirá la conexión del Centro Histórico con la zona nororiente.

METROPOLITANO LINEA B

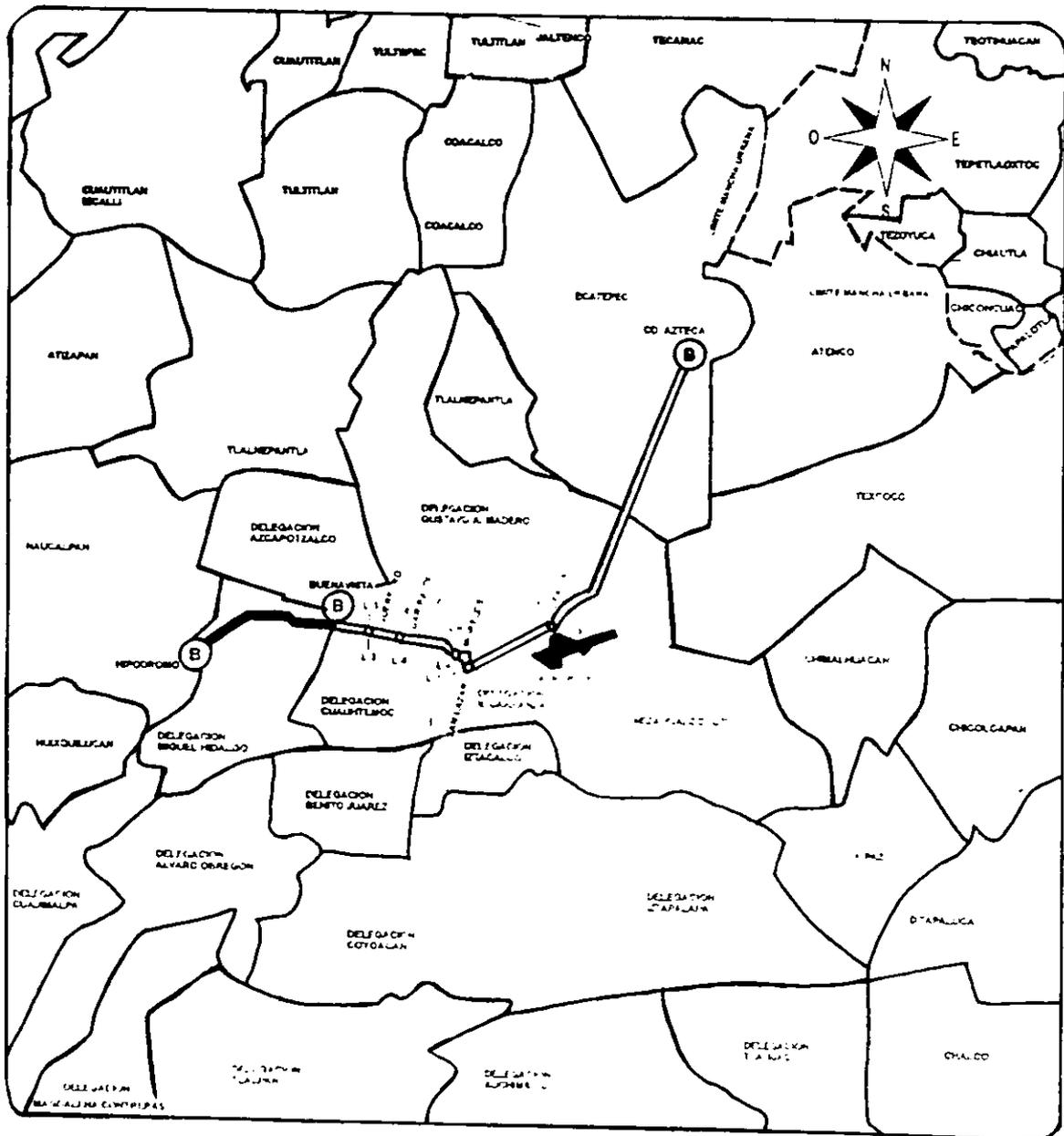
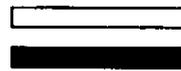


Fig. a
la ETAPA BUENAVISTA - CD. AZTECA
CONSTRUCCIÓN A FUTURO
LIMITE MANCHA URBANA



LINEA B

BUENAVISTA - VILLA DE ARAGÓN

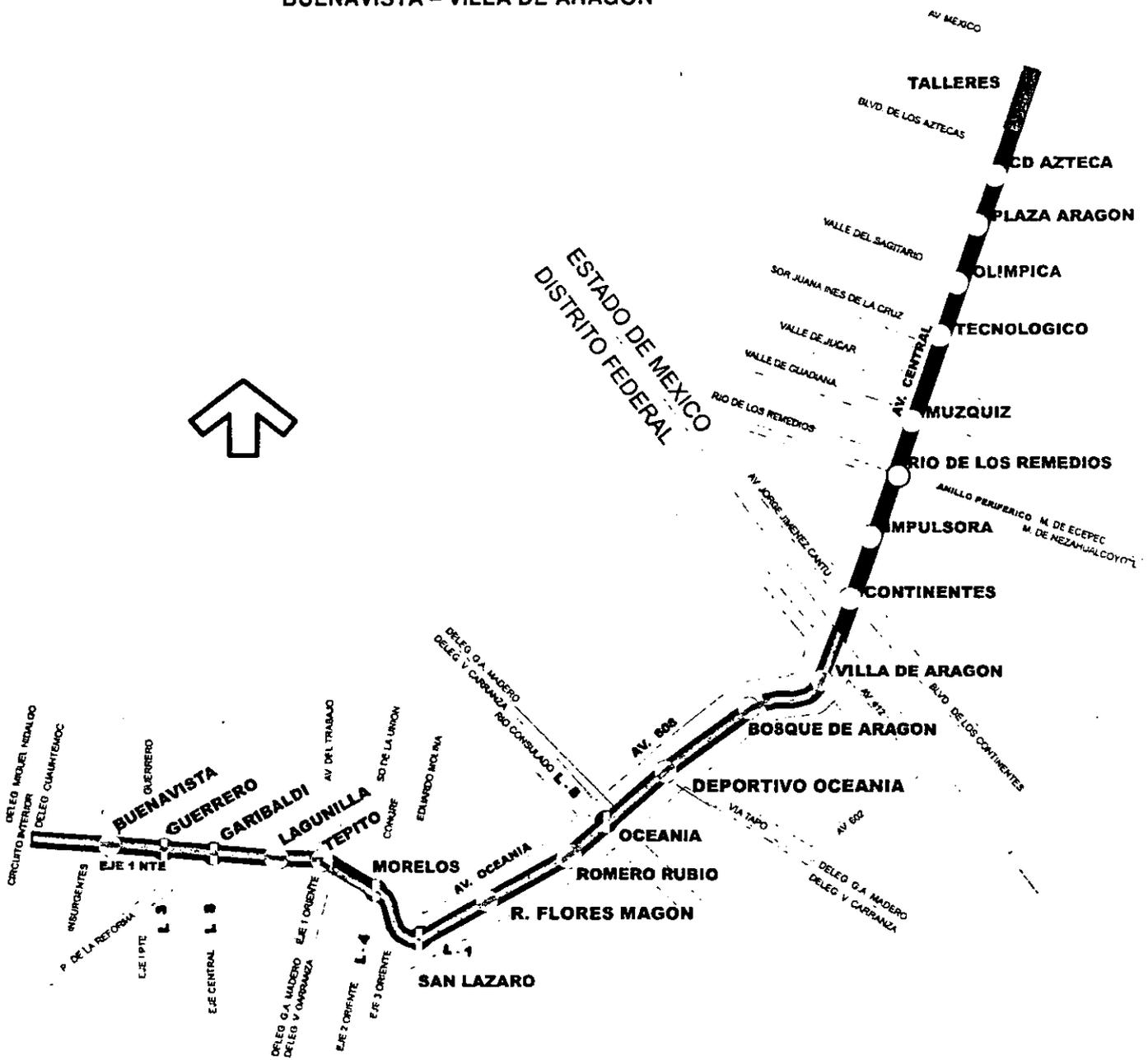


Fig. b

Localización de la Línea ██████████ En construcción

En su primera etapa tendrá 23.7 km de longitud. Inicia dentro del Distrito Federal en la colonia Santo Tomás, bajo el Eje 1 Norte, entre el Circuito Interior y la calle Lauro Aguirre.

En su recorrido se desplaza por el Eje 1 Norte, Av. Ing. Eduardo Molina calle Artilleros, Av. Oceanía, Av. 608 y Av. Central, hasta la Av. México en Ciudad Azteca, Estado de México. (el 15 de diciembre de 1999, se inaugura el tramo Buenavista - Villa de Aragón con 13 estaciones en 13.5 kilómetros).

LA LINEA "B" DENTRO DEL SISTEMA METROPÓLITANO DE TRANSPORTE.

Dentro del Sistema Metropolitano de Transporte, se concibe a esta Línea como el transporte masivo entre el nororiente del Area Metropolitana y el Centro Histórico:

- Capta una importante demanda en punta de la estación Ciudad Azteca, ayudando a descargar la entrada de vehículos por la supercarretera a Pachuca y la saturación de la línea 3 en Indios Verdes
- Recibe la captación regional transversal a lo largo de las ocho estaciones dentro del Estado de México, tanto del poniente como del oriente.
- Establece la conexión con la Red de Ferrocarriles Nacionales.
- Fortalece la red del Metro, incrementando en 13% su longitud y en 14% su número de estaciones, resaltando la correspondencia con 5 de las 10 líneas, que se tendrán cuando se ponga en ser vicio esta línea.
- Evitar la generación de contaminantes a la atmósfera, con un valor entre el 2% y el 4% del que actualmente se genera en toda el Area Metropolitana.
- Mejora sustancialmente la velocidad y condiciones de desplazamiento a lo largo de su vialidad coincidente, con el consiguiente beneficio a otros modos de transporte (automóviles y autobuses).
- Fortalecer la vialidad rápida sin cruces a nivel de la zona nororiente del Area Metropolitana, y con la construcción del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA. Dar continuidad vial que viene del Estado de

México por la Av. Central hasta la Av. Ermita Iztapalapa en el Distrito Federal.

BENEFICIOS

Esta obra atraerá los siguientes beneficios:

a) PARA EL USUARIO DEL TRANSPORTE PUBLICO

- Se tendrá un mejor sistema integral de transporte y se verán directamente beneficiados 600.000 habitantes de las 40 colonias que forman la zona de influencia.
- Con las cinco nuevas correspondencias que tendrá esta línea, se incrementaran a 31 las posibilidades que el usuario tendrá para intercomunicarse con las 175 estaciones que tendrá el sistema.

b) PARA EL USUARIO DEL TRANSPORTE PRIVADO

- Las actuales Avenidas Carlos Hank Gonzalez (Av. Central), 608 y Oceanía, mejoraran su imagen urbana al ampliar su numero de carriles de circulación, además de incrementar la reforestación y modernización del mobiliario urbano.
- Por otro lado serán instalados el número necesario y suficiente de puentes peatonales para protección y comodidad de los usuarios y habitantes de la zona.
- Así mismo, con el fin de integrar la zona oriente con la poniente, serán construidos una serie de puentes vehiculares que permitirán la conexión vial entre ambas zonas a lo largo de un tramo de la línea, específicamente con la construcción del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA como ya comentamos se dará continuidad vial que viene por la Av Central hasta la Av. Ermita Iztapalapa. Esto generará una vialidad de circulación

continua en alrededor de 19kms., misma que reducirá los tiempos de recorrido a la mitad con el incremento de velocidad, así mismo se podrán ahorrar 400.000 litros de combustible al día.

VIALIDAD COINCIDENTE

En el tramo subterráneo, sobre el Eje 1 norte, desde Av. Insurgentes norte y hasta la Av. Ing. Eduardo Molina, se restituirá a sus condiciones originales, tanto de pavimento como de los servicios con los que cuenta actualmente, conservando su sección y mejorando las características y equipamiento de eje vial.

En el tramo elevado en la Av. Ing. Eduardo Molina desde la calle Heroe de Nacozari a la calle Artilleros, la propia calle de Artilleros y parte de la Av. Oceanía, se hará la restitución de pavimentos y jardinería, se reforestara y aportaran mejoras urbanas, al convertirse la Av. Oceanía en una vialidad de acceso controlado.

En el tramo superficial de la Av. Oceanía, Av. 608 y Av. Central se realiza una vialidad rápida de acceso controlado, que sumada al tramo elevado sobre la Av. Oceanía, alcanza un total de 19 kms. aproximadamente; esta a su vez, fortalece la gran vialidad de 43 km. de longitud al oriente del Area Metropolitana, desde la zona de Venta de Carpio en Ecatepec hasta la Delegación Xochimilco, utilizando el Eje Vial 3 Oriente.

La vialidad coincidente incluye la construcción de tres distribuidores viales uno de ellos EL DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA y 13 puentes vehiculares, así como 28 puentes peatonales, ofreciendo un total de 44 cruces para transeúntes.

EN EL DISTRITO FEDERAL

- DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA en el cruce Eje 1 Norte Av. Oceanía-Zaragoza.
- Puente vehicular en el cruce Av. Oceanía-Av. Marruecos.
- Distribuidor vial en el cruce Av. Oceanía-Av. 608-Av. 602 (vía tapo)-Av. 506.
- Paso deprimido en Av. 613 bajo Av. 608.
- Paso elevado en Av. 661 sobre Av. 608.
- Distribuidor vial en el cruce Av. 608-Av. 412 Av. Central-Av. Taxímetros.

EN EL ESTADO DE MEXICO

- Puente Ferrocarril - los Reyes.
- Puente vehicular en Av. Central-Boulevard de los Continentes-Av. Jorge Jiménez Cantu.
- Puente vehicular en el cruce Av. Central-Av. Valle de las Zapatas-Hacienda de las Presillas.
- Puente vehicular en el cruce Av. Central-Periferico Arco Norte (Río de los Remedios).
- Puente vehicular en el cruce Av. Central-Gobernador Fernández-Valle de Guadiana.
- Puente vehicular en el cruce Av. Central-Valle de Júcar-Gobernador Alfredo del Mazo.
- Puente vehicular en el cruce Av. Central-Av. Ciudad Azteca-Sor Juana Ines de la Cruz.
- Puente tipo herradura de acceso al paradero "Ciudad Azteca"
- Puente vehicular en el cruce Av. Central-Boulevard de los Aztecas
- Puente vehicular en el cruce Av. Central-Boulevard de los Teocallis .

RECIENTEMENTE ENTRO EN OPERACIÓN EL METROPOLITANO LINEA "B"

La línea "B" es la última que se inaugurará en el mundo antes del nuevo milenio y es expresión de nuestro compromiso para fomentar este modo de transporte, afirmó la Jefa del Gobierno del Distrito Federal en el acto de inauguración de esta ruta, el 15 de diciembre de 1999.

"Prueba de ello es que excepto Seúl, ninguna otra ciudad de nuestro orbe ha invertido en el Metro mas que la Ciudad de México, lo que ha colocado como uno de los mejores del mundo, ocupando a nivel internacional, de entre 87 Metros que existen, el tercer sitio por el número de pasajeros transportados y por el número de trenes en servicio, el sexto lugar por extensión de su red y el noveno por la cantidad de estaciones disponibles para sus pasajeros.

Se inauguro la primer etapa de la Línea "B" del Sistema de Transporte Colectivo, Buenavista-Villa de Aragón, que beneficiará diariamente a 180 mil usuarios de la Ciudad de México y su área Metropolitana.

La longitud donde hoy se inician operaciones representa el 60% del proyecto total de la línea y las inversiones efectuadas hasta la fecha corresponden aproximadamente a 75% del costo total, tomando en cuenta que se ha adelantado considerablemente en la obra civil y en la adquisición de equipos para el segundo tramo.

Se ha construido en su totalidad la obra civil subterránea y elevada, que es la más costosa y la que implica un mayor esfuerzo tecnológico, avanzado de manera importante en el equipamiento electromecánico para la segunda etapa.

La línea "B" será el transporte masivo del nororiente del Area Metropolitana, zona que ha tenido un importante crecimiento demográfico en los últimos años; captará una importante demanda de los municipios de Ecatepec y Nezahualcoyotl, y beneficiara a habitantes de las delegaciones Gustavo A. Madero, Venustiano Carranza, Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo.

El Metro cumple una función social importante: transportar a las clases sociales económicamente mas desprotegidas con las tarifas más bajas del mundo comparadas con el costo de operación. No se debe renunciar a este derecho de los habitantes de la Ciudad. De ahí el empeño en que se aprobará el techo de endeudamiento solicitado para el año 2000, lo que nos permitirá poner en marcha el último tramo de 10.2 Kilómetros y 8 estaciones para completar la operación de la línea "B".

La construcción de esta línea incluye la adecuación de las vialidades coincidentes, dándoles mayor fluidez, Entre las obras viales por concluir esta el DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA (motivo del presente trabajo) . También se contempla la construcción de un paradero de autobuses y microbuses en Ciudad Azteca para facilitar el intercambio modal.

Estas obras y el reordenamiento del transporte de superficie en la zona de influencia de la línea "B" permitirán reducir el elevado número de vehículos automotores en circulación ; disminuir a menos de la mitad el tiempo de traslado; beneficiar la movilidad de otros modos de transporte al hacer más fluida la circulación reducir los problemas viales. La Línea "B" también facilitará redistribuir la carga de la red del Metro y aumentará las opciones de viaje para los usuarios, ya que cuenta con 5 estaciones de correspondencia, a través de las cuales se conectara con las líneas 1, 3, 4, 5, y 8 del Sistema de Transporte Colectivo.

El nuevo milenio nos presenta una serie de retos que son a su vez oportunidades para ofrecer a la ciudadanía un transporte eficiente que incida directamente en su calidad de vida.

La línea "B", undécima del Sistema, de Transporte Colectivo, completa 191 kilómetros de vías dobles y 167 estaciones, lo que represento una inversión aproximada, a precios actuales de 80 mil millones de pesos en todo, el sistema, todo ello en beneficio de la Ciudad y su área conurbada. La ingeniería mexicana asociada a la experiencia internacional materializo este proyecto, a pesar de la orografía y difícil subsuelo de la capital.

El presente trabajo se enfocara únicamente a una obra de la vialidad coincidente titulado "PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DEL DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA DEL METROPOLITANO LINEA "B".

El proyecto de este DISTRIBUIDOR además de lograr una vialidad rápida de acceso controlado en la Av. Oceanía, Calz. Ignacio Zaragoza y Av. Francisco del Paso y Troncoso; incorporara la vialidad de la zona sur con la zona norte y viceversa.

El desarrollo del presente trabajo se divide básicamente en 6 capítulos para su exposición:

- I. GENERALIDADES
- II. ANTEPROYECTO
- III. PROYECTO EJECUTIVO
- IV. PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS PREFABRICADOS
- V. CONTROL DE CALIDAD DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

VI. PROPUESTA ESTRATEGICA DE MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.

GENERALIDADES

En este capitulo se hablara de los antecedentes de la prefabricación de elementos en Europa y México, así como de las características generales del proyecto como son; los elementos estructurales prefabricados, ubicación, composición, dimensiones y sentidos de circulación de las vialidades que integran el DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA.

ANTEPROYECTO

En este capitulo se hablara del aforo vehicular y señalamientos provisionales (que se utilizan durante la construcción de la obra) y que son importantes considerar dentro de los trabajos viales. El estudio de mecánica de suelos para conocer la estratigrafía y propiedades mecánicas del subsuelo a lo largo del eje de trazo del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA, para así poder ratificar el tipo de estructura que se utilizara.

En la actualidad es muy importante realizar estudios de impacto ambiental que arrojan índices muy altos de contaminación del aire y de ruido. Estos factores de tiempo de contaminación justifican la construcción de un proyecto tan grande que ahorrara tiempo, combustible, evitara contaminación del aire, brindara áreas verdes y de esparcimiento, belleza arquitectónica, una mejor y mas rápida distribución, mayor transporte público etc. Dentro de la Obra Civil, una vez conocido el proyecto estructural y el proyecto de desvío de transito se definió el procedimiento constructivo que en términos generales se describe y hablamos también de la interacción del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA con otros

proyectos como el Metropolitano Línea "B", la Línea 1 del Metro y con la Línea del Drenaje Profundo.

PROYECTO EJECUTIVO

En este capítulo se hablará del proyecto geométrico que presenta la descripción y solución de los elementos que lo integran. Para la fabricación de los elementos prefabricados del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA, se tienen los planos geométricos generales de pilotes de punta, columnas presforzadas, cabezales postensados y traveses presforzadas con sus correspondientes planos particulares del elemento por fabricar. La finalidad del proyecto estructural es proponer los elementos estructurales básicos y sus dimensiones (tanto elementos colados en sitio, como elementos prefabricados colados en planta), debiendo contener detalles importantes con referencia a los demás planos para su clara localización, interpretación y ejecución. Presentamos los croquis y las cantidades de los diferentes elementos prefabricados que integran el DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA.

PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

En este capítulo se describen los procedimientos para la perforación previa para el hincado de pilotes de punta, así como su hincado. Se describen los procesos constructivos para los cajones de cimentación (zapatas). Se describen los procesos constructivos para la fabricación de los elementos prefabricados que integran el proyecto del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA, como lo son: pilotes de punta, columnas presforzadas, cabezales postensados, y traveses centrales tipo "TC" presforzadas. Todos estos procesos serán apoyados con fotografías de obra y en plantas de prefabricados para su mejor comprensión. Así mismo definimos las especificaciones de proyecto para el concreto, acero de refuerzo y acero de

presfuerzo que deberán de cumplir dichos elementos durante su fabricación. Finalmente se describe el procedimiento para el postensado de los cabezales en obra.

CONTROL DE CALIDAD DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

En este capítulo, se describen los requisitos mínimos necesarios que deben cumplir los materiales a emplear en la fabricación de los elementos, como el concreto premezclado, acero de refuerzo, y acero de presfuerzo. Se describe el procedimiento para la elaboración del concreto en planta, los tipos de pruebas en el concreto que debe cumplir para su aceptación y colado de los elementos prefabricados del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA. las especificaciones para que se lleve este control de calidad es tan basadas en las siguientes normas: Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (R.C.D.F.87). Especificaciones para el Proyecto y Construcción de las Líneas del Metro de la Ciudad de México (antes COVITUR). Normas Oficiales Mexicanas (N.O.M.) y la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (A.S.T.M.). Así como las Especificaciones Generales de Concreto, Acero de Refuerzo y Acero de presfuerzo para la construcción del Metro, editadas por la Dirección General de Construcción de Obras del Sistema de Transporte Colectivo (D.G.C.O.S.T.C.)

PROPUESTA ESTRATEGICA DE MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

En este capítulo, se plantea la secuencia lógica en la que se han de montar los elementos prefabricados tanto en la zona A como en la zona B de las vialidades que componen el DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA, teniendo en consideración la cantidad de elementos, el peso mas critico de 195 tons cada uno de los cabezales F12 y F13 y los claros mas grandes de 37.00 m para las trabes (TC). Se propone el equipo ideal a utilizar para el montaje de elementos prefabricados

(trabes (TC) presforzadas con peralte de 2.00 m) en las vialidades A,B,C,D,E y F (1er. y 2 do. nivel).

Cabe mencionar que el DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA ha sido suspendido temporalmente desde enero de 1999 y a la fecha (mayo del 2000) continua suspendido por falta de recursos debido al recorte presupuestal para el presente año, razón por la que ha quedado pendiente el montaje de los elementos prefabricados. La coordinación de la obra esta a cargo de la Dirección General de Construcción de Obras del Sistema de Transporte Colectivo (D.G.C.O.S.T.C.) antes Comisión de Vialidad del Transporte Urbano (C.O.V.I.T.U.R.). Dependencia del Gobierno del Distrito Federal.

CAPITULO I

GENERALIDADES.

CAPITULO I GENERALIDADES:

1.1 Antecedentes de la prefabricación de elementos constructivos

1.2 Objetivos

1.3 Ingeniería de tránsito

1.4 Características Generales.

1.1 ANTECEDENTES DE LA PREFABRICACIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

La construcción industrializada es la mecanización de las técnicas de construcción y tiene una relación directa con la prefabricación, que es la producción de elementos constructivos fuera o al pie de la obra. Cuando estos elementos constructivos son producidos en serie se dice que son industrializados, pues en su fabricación se siguen procesos industriales. Esta forma de construir es mucho más racional que la de los sistemas tradicionales y conlleva una serie de ventajas que permiten construcciones rápidas, con mayor calidad y más económicas.

Este trabajo tiene como objetivo principal describir los procesos constructivos de los diferentes elementos prefabricados de concreto presforzado para la construcción del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA.

Inicios de la prefabricación en Europa y en México

La prefabricación en la construcción aparece desde la antigüedad: la utilizaron los egipcios, al igual que los romanos, los mayas, etcétera. También el concreto es un material utilizado desde épocas remotas, pero hubo que esperar hasta 1867 para que un jardinero francés, de nombre J. Monier, patentara lo que

posteriormente sería el concreto armado. Edmond Coignet inicio en 1892 la prefabricación en concreto armado al fabricar viguetas para un casino en Francia. Estas nuevas formas de construir ya mostraban ventajas y en 1902 Christophe decía que el proceso de fabricar vigas en un taller puede ser mas económico que el colado en obra; da la posibilidad de ensayar todas las piezas antes de su colocación, la construcción de un entrepiso se hace mas fácil y rápidamente; este trabajo puede ejecutarse aun con mal tiempo sin que resulten retrasos; en fin, el entrepiso al ser capaz de soportar las cargas inmediatamente después de su colocación, permite que los trabajos puedan continuarse sin interrupción.

Estos son los antecedentes de la industrialización en Europa; en México las nuevas técnicas se empezaron a utilizar en 1927, cuando el ingeniero Rebolledo empleo en la construcción del hotel Regis vigas prefabricadas de concreto armado. Desde esa fecha hasta la actualidad, la prefabricación se fue consolidando poco a poco.

En un inicio las técnicas eran copiadas de otros países, pero con el tiempo empezaron a surgir empresas especializadas en prefabricación. Esta consolidación ocurrió en los años sesenta y principios de los setenta.

Con la introducción del concreto presforzado, la prefabricación recibió un impulso y sus aplicaciones aumentaron y se diversificaron, utilizándose en un principio en puentes y posteriormente en edificios. Con la consolidación de esta industria en nuestro país, también las empresas mexicanas empezaron a desarrollar nuevas técnicas.

De ahí surge la inquietud por presentar las diferentes técnicas empleadas para los procesos constructivos de los elementos prefabricados que componen el proyecto

del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA y que representan aproximadamente el 80% de su construcción.

Nuestro país nos impone grandes retos en lo que ha construcción se refiere. La construcción industrializada es una alternativa que implica para nosotros, ingenieros y arquitectos, la necesidad de conocer e involucrarnos con estas nuevas tecnologías y adaptarlas a nuestras necesidades y recursos.

1.2 OBJETIVOS

1. El objetivo principal de la construcción del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA, es el de proporcionar la conexión de la Av. Oceanía con el entronque formado por la Calz. Ignacio Zaragoza y la Av. Francisco del Paso y Troncoso, a través de un puente vehicular (único de dos niveles en la zona de marcos, cuyo trazo es por la calle de Puenteros Artilleros), permitiendo que se tengan cuatro carriles en cada sentido en esta vialidad desde el cruce con Circuito interior hasta la calle Artilleros-Puenteros.
2. Descongestionar el tránsito vehicular que se forma comúnmente en el cruce de la Calz. Ignacio Zaragoza y Av. Francisco del Paso y Troncoso, con motivo de la salida y arribo de autobuses en la terminal de autobuses poniente (TAPO).
3. Lograr la satisfacción de la demanda vehicular.
4. Proporcionar a los vehículos y peatones las mejores condiciones de servicio y sobre todo de seguridad vial.
5. Dar continuidad vial que viene del Estado de México por la Av. Central desde Venta de Carpio sigue por Oceanía, llega al entronque referido, y continúa por Av. Francisco del Paso y Troncoso hacia el sur; en un primer

tramo pasa por cruces importantes controlados con semáforos hasta encontrar la Vialidad continua que se forma con motivo de la línea "B" y los puentes vehiculares que atraviesan esta Av. y llegan finalmente como vialidad continua hasta la Av. Ermita Iztapalapa, a partir de donde se continua al sur sin una vialidad que ha pesar de ser semaforizada es de rápida circulación hasta la altura de Milpa Alta, con lo cuál se tiene una importante comunicación entre el Norte y el Sur y viceversa a través de una vialidad de longitud aproximada de 35 kilómetros sin tener necesidad de ingresar al centro de la Cd. de México.

En cuanto al proyecto estructural se refiere, con la construcción del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA. Se pretenden los siguientes objetivos:

1. Construir el DISTRIBUIDOR más grande de la Cd. de México con una longitud en la vialidad A del 1er. nivel de 1400.74 metros y en la vialidad B del 2do. nivel de 1356 metros, teniendo como estructura, para apoyo de la superestructura el 100% de columnas prefabricadas (incluyendo una zona de marcos, en dos niveles), 110 cabezales prefabricados postensados que a su vez servirán de apoyo para recibir a las trabes prefabricadas presforzadas (92 trabes tipo TC en la vialidad A del 1er. nivel,; así como 87 trabes tipo TC y 10 trabes tipo TB en la vialidad B del 2do. nivel).
- 2 Construir una zona de marcos de 2 niveles con una longitud de 317.15 metros que sirve para las vialidades A del 1er. nivel y B del 2do. nivel, a base de 86 columnas prefabricadas presforzadas, para apoyar en ellas 172 trabes prefabricadas presforzadas tipo T y 86 trabes prefabricadas reforzadas tipo TR.

3 Construir un distribuidor vial, en este caso el DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA, donde el 85% de sus elementos que forman las estructuras y superestructuras son ELEMENTOS PREFABRICADOS.

1.3 INGENIERIA DE TRANSITO

Simultáneamente a la construcción de las líneas del Metro surge la necesidad de construir obras de restitución vial en calles y avenidas coincidentes, estas pueden ser en:

- Distribuidores Viales (ZARAGOZA-OCEANIA)
- Entronques
- Puentes vehiculares
- Puentes peatonales
- Pasos a desnivel
- Vías de acceso controlado
- Restituciones de vialidad
- Paraderos de autobuses y microbuses.

Dentro de este contexto y ante el enmarcado interés en la planeación y solución del transporte de la Cd. de México, se ha llevado a cabo la construcción de diversas alternativas como las anteriormente citadas, entre las cuales se encuentra el DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA, ubicado en el centro oriente de la Cd. de México.

Partiendo de que el DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA es una obra de infraestructura vial que tiene como función principal.

Dar continuidad vial que viene del Estado de México por la Av. Central hasta la Av. Ermita Iztapalapa.

Dada la importancia de la obra, se realizaron estudios de aforo vehicular (como se vera en el siguiente capitulo).

Para el diseño del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA OCEANIA, se tomo en cuenta el estudio del aforo vehicular de las arterias afectadas, así como de las de posible sustitución, pero en especial el aspecto fisico de la zona, es decir que hubieran avenidas coincidentes para los desvíos vehiculares. Ya que dentro de las primeras acciones que se deben tomar al inicio de una obra vial es informar al público de la próxima obra a efectuarse, con lo cual se lleva a la disminución en el nivel de servicio y aumento de riesgo; debido a los bandeos vehiculares, excavaciones, maquinaria en operación etcétera.

Se debe colocar antes de iniciar trabajos, para que de esta manera se pueda encausar tanto el flujo vehicular como el peatonal de la manera más segura. Así se pondrá señalamiento nuevo sobre la Calz. Ignacio Zaragoza y Av. Francisco del Paso y Troncoso en ambas direcciones.

Los desvíos de transito, debido a la repercusión que se tiene ante la Ciudadanía, es necesario analizarlos en forma detallada, conocidas las zonas de trabajo donde será necesario restringir o cortar la circulación de vehiculos, se realizan aforos de las arterias afectadas, así como las de posible sustitución, con estos datos se revisan las capacidades de las vías alternas, y se marcan mediante planos las diversas propuestas para desvío de transito, las cuales son presentadas ante diversas autoridades de la Secretaria de Seguridad Publica, según la magnitud del desvío, para su revisión y aprobación de la señalización necesaria para

información del usuario. De igual forma se efectúan recorridos de las rutas propuestas, con el fin de verificar los diversos trabajos necesarios para mejorar la circulación de vehículos, como pueden ser reencarpetados, bacheos, recorte de banqueta o camellones colocación de semáforos etcétera, no descuidando las medidas de precaución para la circulación de peatones.

Para evitar conflictos en las avenidas donde se va a llevar a cabo la construcción del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA, se dan al usuario las siguientes opciones (fig. 1.1).

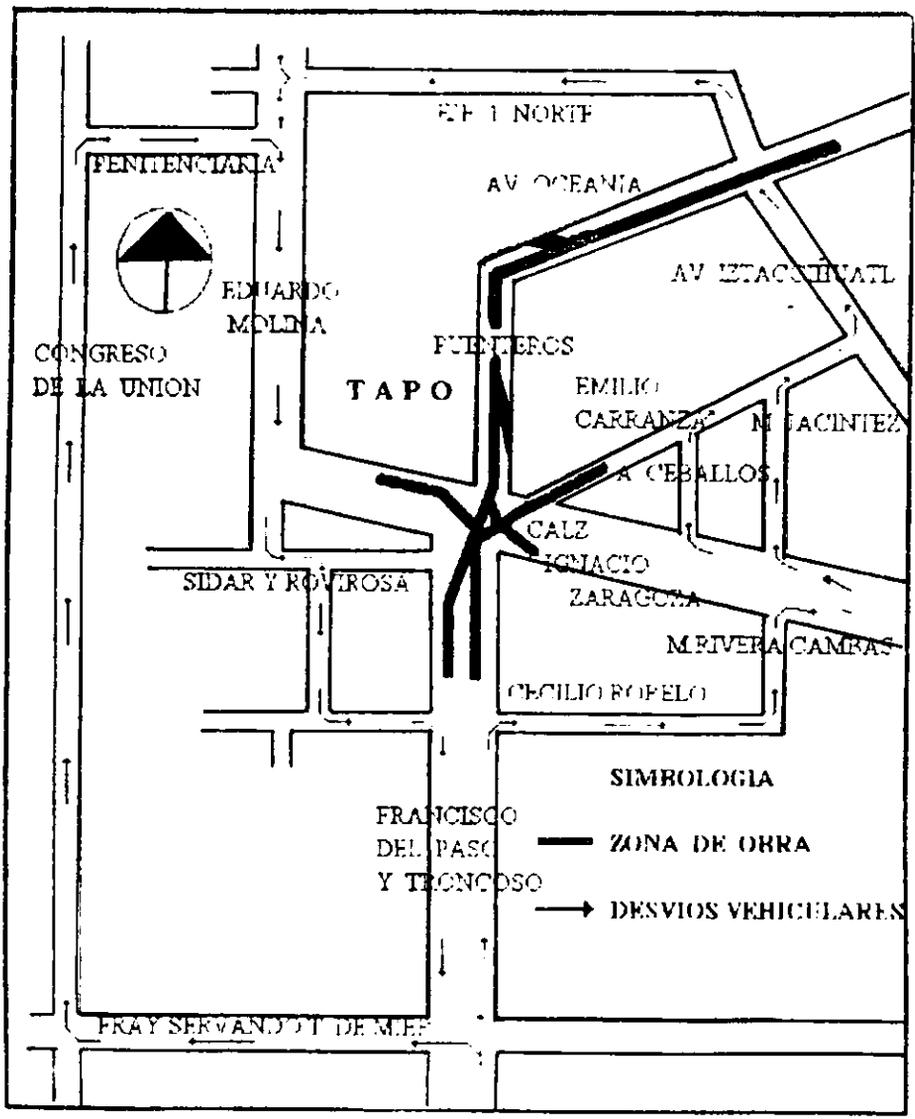


Fig. 1.1 Croquis de desvío vehicular

Calz. Ignacio Zaragoza

Dirección Av. Ing. Eduardo Molina: Desvío por Av. Iztaccihuatl Eje 1 Norte
Desvío por calle Alfonso Ceballos
Emilio Carranza
Av. Iztaccihuatl
Eje 1 Norte

Av. Francisco del Paso y Troncoso

Dirección Av. Ing. Eduardo Molina: Desvío por Av. Fray Servando T.
Av. Congreso de la Unión
calle Penitenciaria

Dirección Calz. Ignacio Zaragoza: Desvío por calle Cecilio Robelo Rivera
Cambas

Dirección Av. Oceanía: Desvío por calle Cecilio Robelo
Rivera Cambas
Miguel Jacintes
Av. Iztaccihuatl

Av. Ing. Eduardo Molina

Dirección Av. Francisco del Paso y T. Desvío por calle Sidar y Rovirosa
Cecilio Robelo

Dirección Calz. Ignacio Z. Desvío por calle Sidar y Rovirosa

Cecilio Robelo
Rivera Cambas

En el caso de cimentaciones que invadan o influyan a las vialidades se bandeara el tráfico de tal forma que este quede fuera de la zona de influencia, de no ser posible esto, se colocara una estructura de contención temporal a base de viguetas (fig.1.2).

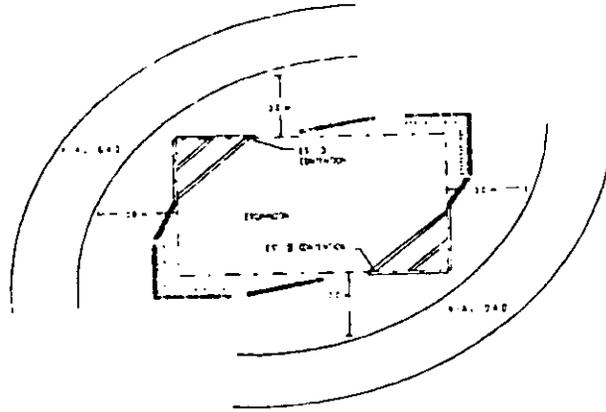


Fig.1.2 Estructura de contención temporal.

La zona de ademe o contención temporal se ubicara en el perímetro de la excavación que se encuentre más cercano a las vialidades y se prolongará en ambos sentidos a partir de dicho punto. El eje del ademe deberá ser paralelo al perímetro de la excavación y se restringirá el paso vehicular a una distancia mínima de 80 centímetros del mismo (fig. 1.3).

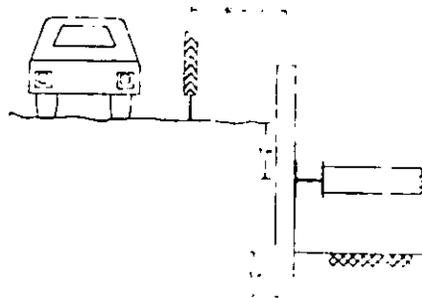


Fig. 1.3 Restricción del paso vehicular a una distancia mínima de 80 cm.

1.4 CARACTERISTICAS GENERALES

En base a los estudios realizados y a las necesidades propias del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA. Se realizo el proyecto ejecutivo con las características que a continuación se mencionan:

Este proyecto consta de 2 vialidades principales (vialidad A del 1er. nivel y vialidad B del 2 do. nivel). Por la parte superficial se tendrá 2 carriles de circulación en dirección norte sur (Av Oceanía a Calz. Ignacio Zaragoza).

El 1er. nivel constará de 4 carriles en dirección sur norte (Av. Francisco del Paso y Troncoso a Av. Oceanía) y el 2 do. nivel tendrá también 4 carriles en dirección norte sur (Av. Oceanía a Calz Ignacio Zaragoza, por la vialidad F. concluyendo esta en Av. Francisco del Paso y Troncoso).

Se proyecto de 2 niveles en la zona de marcos sobre la calle puenteros con la finalidad de salvar ductos de Pemex, vías del Ferrocarril, construcciones que se encuentran a lo largo de esa calle, como la Unidad Habitacional e instalaciones de la terminal de autobuses poniente (TAPO).

EL DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA. Se localiza al centro-oriente de la Cd. de México perteneciente la Delegación Política Venustiano Carranza, y esta compuesto en total por 7 vialidades, incluyendo un tramo de 2 niveles de 317.15 m. (zona de marcos) fig. 1.4 que a continuación se detallan:

VIALIDAD A: (PRINCIPAL DEL 1ER. NIVEL). Tiene dirección de sur a norte inicia a la altura de la Unidad Habitacional Jhon F. Kenedy en Av. Francisco del Paso y Troncoso, se eleva por la Calz. Ignacio Zaragoza, continua por la calle Puenteros, sigue su elevación por el cruce con el eje 1 norte, desciende y termina frente a la calle Francisco Villa de la Av. Oceanía, cerca de la estación R. Flores Magon del metropolitano línea "B", La vialidad A tiene una longitud de 1400.74 m.

VIALIDAD B: (PRINCIPAL DEL 2DO. NIVEL). Tiene dirección de norte a sur inicia frente al callejón Francisco Serrano de la Av. Oceanía se eleva por el eje 1 norte, continua por la calle Punteros, sigue su elevación por el cruce con Calz. Ignacio Zaragoza, desciende y termina a la altura de la calle Cecilio Robelo en Av. Francisco del Paso y Troncoso, frente a la Unidad Habitacional Jhon F Kenedy. La vialidad B tiene una longitud de 1356.31 m.

VIALIDAD C: Del 1er. nivel, se ingresa por la vialidad A, inicia a la altura del cruce con Calz. Ignacio Zaragoza y Av. Francisco del Paso y Troncoso, desciende por la calle Emilio Carranza y termina a la altura de la calle Carlos Santana, tiene una longitud de 176.16 m.

VIALIDAD D: Del 1er. nivel, se ingresa por la vialidad A, inicia a la altura del cruce con Calz. Ignacio Zaragoza y Av. Francisco del Paso y Troncoso, desciende y termina frente al sitio de taxis de la terminal de autobuses poniente (TAPO), sobre Calz. Ignacio Zaragoza, tiene una longitud de 231.04 m.

VIALIDAD E: Es una vialidad para incorporarse a la vialidad A del 1er. nivel, localizada sobre la calle Punteros frente al estacionamiento de trabajadores de la terminal de autobuses poniente (TAPO) .

VIALIDAD F: Del 2 do. nivel, se ingresa por la vialidad B. inicia a la altura del cruce con Calz. Ignacio Zaragoza y Av. Francisco del Paso y Troncoso, desciende y termina a la altura de la calle retorno 51 sobre la Calz. Ignacio Zaragoza, tiene una longitud de 304.14 m.

VIALIDAD G: Del 2 do nivel, se ingresa por la vialidad B. inicia a la altura del cruce con Av. Oceanía y Eje 1 norte, desciende y termina frente a las oficinas

administrativas de la terminal de autobuses poniente (TAPO), tiene una longitud de 95.30 m. Es una vialidad de acceso únicamente para trabajadores de la (TAPO). Todas estas vialidades se pueden apreciar en la (fig. 1.5)

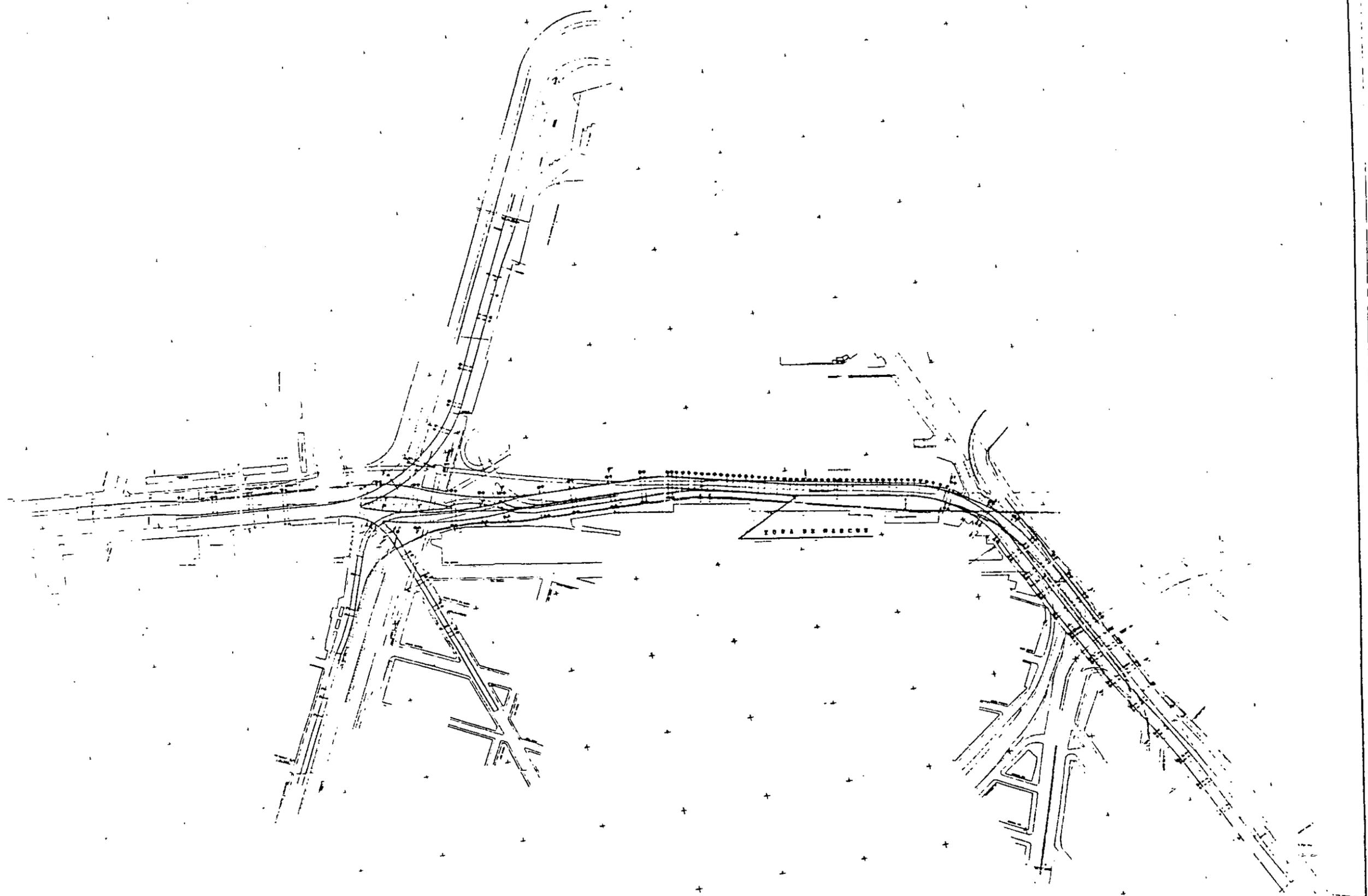
EL DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA. Se encuentra dividido en 2 frentes de trabajo, la ZONA A y la ZONA B (incluye la zona de marcos). Por motivos de contratos de trabajo con las empresas constructoras debido a la magnitud del proyecto, que a continuación se detallan:

LA ZONA A EN EL 1ER NIVEL: Con dirección de sur a norte, comprende la vialidad A del eje A-1 al eje A-27, la vialidad C del eje C-1 al eje C-10, la vialidad D del eje D-1 al eje D-12 y la vialidad E del eje E-1 al eje E-5. (fig. 1.6).

LA ZONA B EN EL 1ER. NIVEL: Con dirección de sur a norte, comprende el complemento de la vialidad A del eje A-28 al eje A-58, (incluye la zona de marcos del eje M-1 al eje M-43). (fig. 1.7).

LA ZONA B EN EL 2DO. NIVEL: Con dirección de norte a sur, comprende la vialidad B del eje B-34 al eje B-56, la vialidad G del eje G-1 al eje G-7, (incluye la zona de marcos del eje M-1 al eje M-43). (fig. 1.8).

DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA



TORRE DE MARCOS

Fig. 1.4

CROQUIS DE LOCALIZACION

DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA

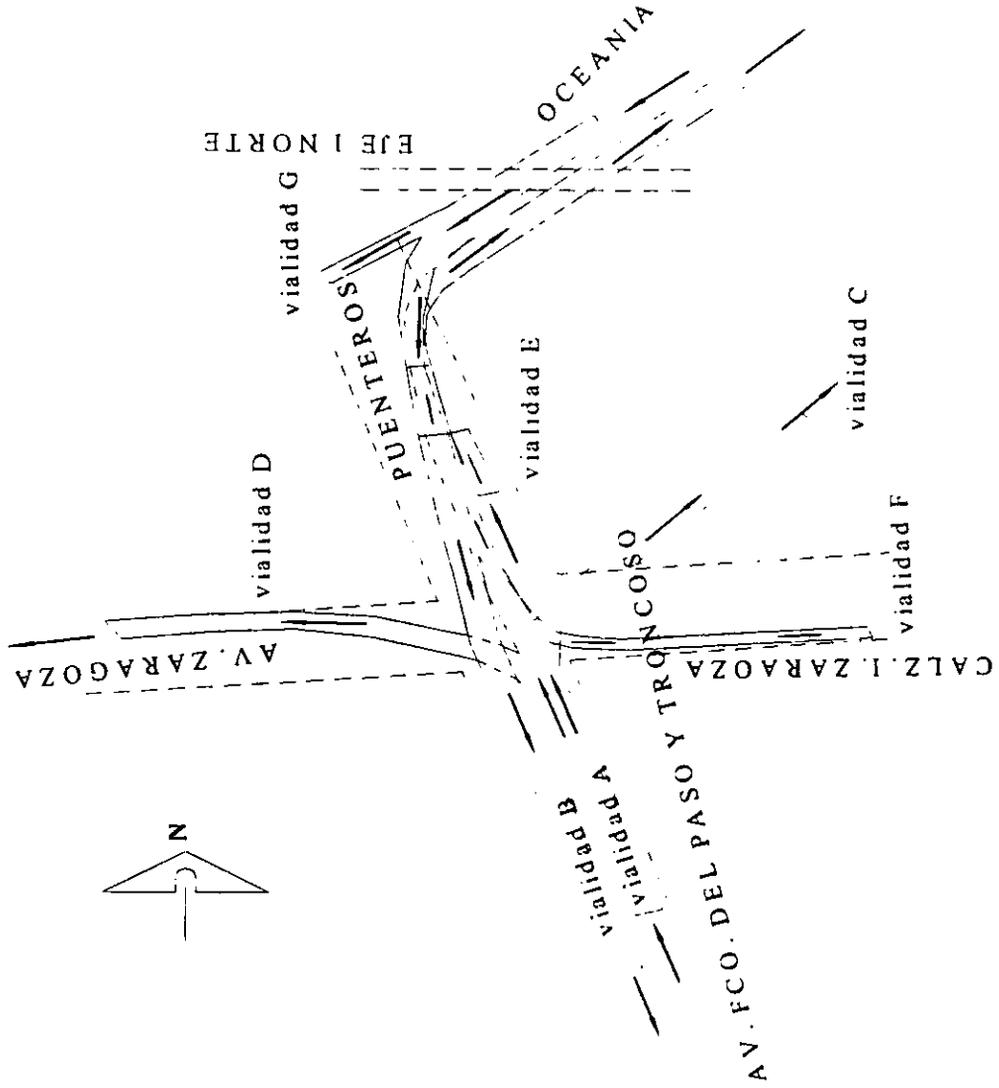


Fig 1 5 SENTIDOS DE CIRCULACION DE LAS VIALIDADES

DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA

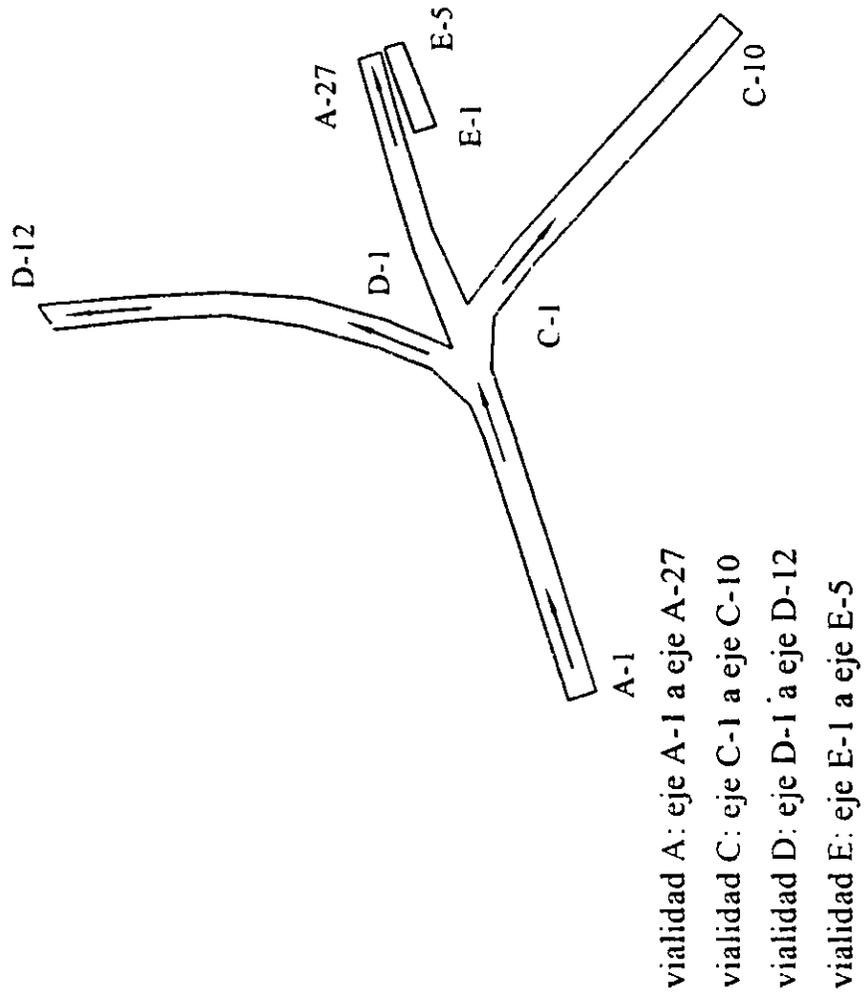
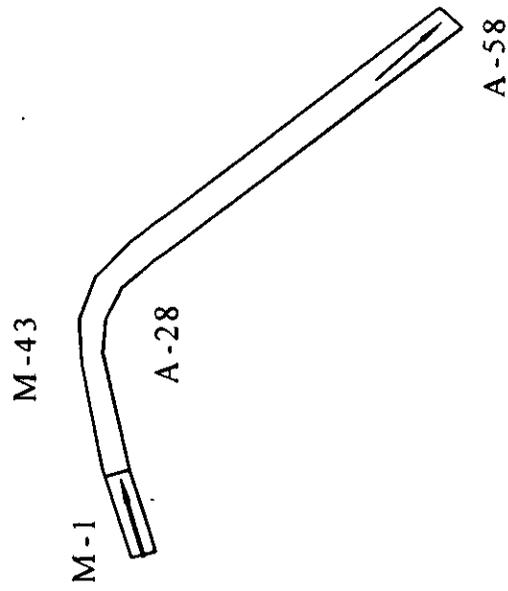


Fig. 1.6 ZONA A 1ER. NIVEL

DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANI.



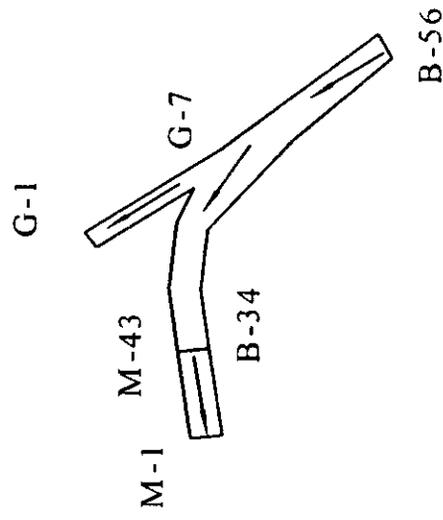
zona de marcos: eje M-1 a eje M-43

vialidad A: eje A-28 a eje A-58

Fig 1 7

ZONA B 1ER. NIVEL

DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEFA



zona de marcos: eje M-1 a eje M-43

vialidad B: eje B-34 a eje B-56

vialidad G: eje G-1 a eje G-7

Fig 1 8

ZONA A 2 DO. NIVEL

LA ZONA A EN EL 2DO. NIVEL: Con dirección de norte a sur, comprende el complemento de la vialidad B del eje B-1 al eje B-33 y la vialidad F del eje F-1 al eje F-15. (fig. 1.9).

E1 DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA, tendrá los siguientes cadenamientos en sus vialidades:

LA VIALIDAD A DEL 1ER. NIVEL: Con dirección de sur a norte, inicia en el cadenamiento 1+227.25 y termina en el cadenamiento 2+627, 99, dando una longitud total de 1400.74 m.

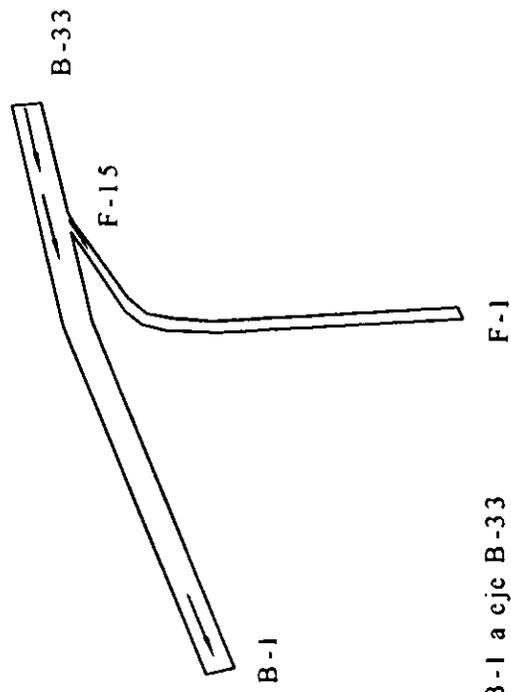
LA VIALIDAD C DEL 1ER. NIVEL : Con dirección de sur a oriente, inicia en el cadenamiento 1+092.03 y termina en el cadenamiento 1+ 268.20. dando una longitud total de 176.17 m.

LA VIALIDAD D DEL 1ER. NIVEL: Con dirección de sur a poniente, inicia en el cadenamiento 1+061.47 y termina en el cadenamiento 1+ 292.51, dando una longitud total de 231.04 m.

LA VIALIDAD B DEL 2 DO. NIVEL: Con dirección de norte a sur, inicia en el cadenamiento 1+098.31 y termina en el cadenamiento 2+ 454.62, dando una longitud total de 1356.31 m

LA VIALIDAD F DEL 2DO. NIVEL: Con dirección de poniente a oriente, inicia en el cadenamiento 1+170.00 y termina en el cadenamiento 1+474.14, dando una longitud de 304.14 m.

DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA



vialidad B: eje B-1 a eje B-33

vialidad F: eje F-1 a eje F-15

Fig. 1.9 ZONA A 2 DO. NIVEL

LA VIALIDAD A DEL IER. NIVEL: Presenta 58 ejes con los siguientes cadenamientos a eje de columna:

ZONA A

EJE	CADENAMIENTO
A-1	1+227.25
A-2	1+264.80
A-3	1+269.80
A-4	1+307.80
A-5	1+312.80
A-6	1+350.86
A-7	1+355.95
A-8	1+386.00
A-9	1+391.02
A-10	1+428.16
A-11	1+433.24
A-12	1+470.22
A-13	1+475.27
A-14	1+501.08
A-15	1+506.08
A-16	1+534.49
A-17	1+539.49
A-18	1+570.23
A-19	1+575.23
A-20	1+613.23
A-21	1+618.23
A-22	1+656.01
A-23	1+661.01
A-24	1+698.05
A-25	1+703.05
A-26	1+736.92
A-27	1+741.92

ZONA B

EJE	CADENAMIENTO
A-28	2+067.14
A-29	2+072.15
A-30	2+107.69
A-31	2+112.75
A-32	2+148.18
A-33	2+153.24
A-34	2+178.37
A-35	2+183.37
A-36	2+208.81
A-37	2+213.81
A-38	2+238.58
A-39	2+243.58
A-40	2+269.85
A-41	2+274.85
A-42	2+301.12
A-43	2+306.12
A-44	2+341.09
A-45	2+346.09
A-46	2+377.80
A-47	2+382.80
A-48	2+419.32
A-49	2+424.32
A-50	2+462.32
A-51	2+467.32
A-52	2+504.77
A-53	2+509.77
A-54	2+544.70
A-55	2+549.70
A-56	2+585.40
A-57	2+590.40
A-58	2+627.90

LA VIALIDAD B DEL 2 DO. NIVEL: Presenta 56 ejes con los siguientes cadenamientos a eje de columna:

ZONA A

EJE	CADENAMIENTO
B-1	1+098.31
B-2	1+135.87
B-3	1+140.87
B-4	1+178.87
B-5	1+183.87
B-6	1+221.87
B-7	1+226.87
B-8	1+264.87
B-9	1+269.87
B-10	1+307.87
B-11	1+312.87
B-12	1+350.81
B-13	1+355.81
B-14	1+392.38
B-15	1+397.44
B-16	1+436.44
B-17	1+441.44
B-18	1+474.11
B-19	1+479.14
B-20	1+501.87
B-21	1+506.93
B-22	1+534.64
B-23	1+539.71
B-24	1+570.56
B-25	1+575.59
B-26	1+613.69
B-27	1+618.69
B-28	1+656.47
B-29	1+661.47
B-30	1+698.51
B-31	1+703.51
B-32	1+737.37
B-33	1+742.37

ZONA B

EJE	CADENAMIENTO
B-34	2+067.50
B-35	2+072.50
B-36	2+108.95
B-37	2+113.25
B-38	2+150.67
B-39	2+155.69
B-40	2+182.30
B-41	2+187.60
B-42	2+214.62
B-43	2+219.62
B-44	2+244.40
B-45	2+249.40
B-46	2+275.67
B-47	2+280.67
B-48	2+306.94
B-49	2+311.94
B-50	2+330.62
B-51	2+346.91
B-52	2+351.91
B-53	2+383.37
B-54	2+388.37
B-55	2+416.87
B-56	2+454.62

LA ZONA DE MARCOS: Para la vialidad A del 1er. nivel está comprendida entre los ejes A27 y A28 y para la vialidad B del 2do nivel esta comprendida entre los ejes B-33 y B-34, formada por 43 ejes con los siguientes cadenamientos a eje de columna:

EJE	CADENAMIENTO
M-1	1+746.47
M-2	1+753.97
M-3	1+761.47
M-4	1+768.97
M-5	1+776.47
M-6	1+783.97
M-7	1+791.50
M-8	1+799.13
M-9	1+806.76
M-10	1+814.39
M-11	1+822.02
M-12	1+829.65
M-13	1+837.25
M-14	1+844.89
M-15	1+852.39
M-16	1+859.89
M-17	1+867.39
M-18	1+875.00
M-19	1+882.64
M-20	1+890.29
M-21	1+897.93
M-22	1+905.43
M-23	1+912.93
M-24	1+920.43
M-25	1+927.93
M-26	1+935.43
M-27	1+942.93
M-28	1+950.43
M-29	1+957.93
M-30	1+965.43
M-31	1+972.93
M-32	1+980.43
M-33	1+987.93
M-34	1+995.43

EJE	CADENAMIENTO
M-35	2+002.93
M-36	2+010.43
M-37	2+018.11
M-38	2+025.39
M-39	2+033.68
M-40	2+041.47
M-41	2+049.26
M-42	2+057.04
M-43	2+063.63

El ancho principal en la vialidad A es de 12.80 m. formado por 3 trabes cajón tipo TC que permiten el alojamiento de 4 carriles con dirección de sur a norte (Av. Francisco del Paso y Troncoso a Av. Oceanía).

El ancho principal en la vialidad B es de 12.65 m. formado por 3 trabes cajón tipo TC que permiten el alojamiento de 4 carriles con dirección de norte a sur (Av. Oceanía a Av. Francisco del Paso y Troncoso).

El ancho de la vialidad C es de 5.50 m. formado por 2 trabes cajón tipo TC, alternadamente con 2 trabes cajón tipo TA, que permiten el alojamiento de 2 carriles con dirección de sur a oriente (Av. Francisco del Paso y Troncoso a calle Emilio Carranza)

El ancho de la vialidad D es de 10.50 m. formado por 3 trabes cajón tipo TC que permiten el alojamiento de 4 carriles con dirección de sur a poniente (Av. Francisco del Paso y Troncoso a Calz. Ignacio Zaragoza).

El ancho de la vialidad E es de 5.50 m. formado por 2 trabes cajón tipo TC, alternadamente con 2 trabes cajón tipo TA, que permiten el alojamiento de 2 carriles para incorporarse a la vialidad A que viene con dirección de sur a norte (Av. Francisco del Paso y Troncoso a Av. Oceanía).

El ancho de la vialidad F es de 5.50 m. formado por 2 trabes cajón tipo TC, alternadamente con 2 trabes cajón tipo TA y 2 trabes cajón tipo TCA, que permiten el alojamiento de 2 carriles con dirección de norte a oriente (Av. Oceanía a Calz. Ignacio Zaragoza).

El ancho de la vialidad G es de 3.30 m. formado únicamente por 1 trabe cajón tipo TC, alternadamente con 1 trabe cajón tipo TA, que permiten el alojamiento de un solo carril para el acceso a las oficinas de la terminal de autobuses poniente (TAPO) que viene de la vialidad B con dirección de norte a sur.

CAPITULO II

ANTEPROYECTO.

CAPITULO II ANTEPROYECTO

II.1 Estudios viales

II.1.1 Aforo vehicular

II.1.2 Señalamiento provisional

II.2. Estudio de mecanica de suelos

II.3 Impacto ambiental

II. 4 Obra civil

II. 4.1 Procedimientos constructivos

II. 4.2 Interacción con otros proyectos.

II.1 ESTUDIOS VIALES

El plan de vialidad pretende establecer una estructura jerarquizada de arterias continuas y regulares que satisfagan las necesidades de movilidad de la ciudad y que sea congruente con las expectativas de desarrollo urbano. Por este motivo la vialidad esta conformada, en primer termino por una red de arterias de acceso controlado, que consta de dos anillos concéntricos denominados Anillos Periférico y Circuito Interior y radiales de penetración y que se integran a los viaductos: Miguel Alemán y Tlalpan. Asimismo se considera una red ortogonal de avenidas preferenciales que comuniquen los centros urbanos previstos en el Plan de Desarrollo Urbano y una red secundaria de calles.

Con el fin de resolver problemas específicos, el plan contempla también la construcción de obras puntuales, tales como, puentes, distribuidores y remodelacion de intersecciones conflictivas, en este case la construcción del denominado "DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA".

Dentro de los estudios viales es importante considerar el aforo vehicular y los señalamientos provisionales que se utilizan durante la construcción de la obra.

II.1.1 AFORO VEHICULAR

Estos estudios son muy importantes, ya que representan la justificación para la construcción de este proyecto. En cuanto al aforo vehicular, es la justificación por demanda, ya que al observar y registrar el número de vehículos (autos, camiones, colectivos) su dirección y el tiempo de cruce a partir del primer alto total, a parte de la tendencia al aumento vehicular por el desarrollo de futuros proyectos, principalmente para facilitar el flujo de la zona Norte a Sur.

El aforo se realizó a lo largo de la Calzada Ignacio Zaragoza, Francisco del Paso y Troncoso y la Av. Oceanía, esto fue de gran importancia ya que el objetivo principal es dar continuidad vial que viene del Estado de México por la Av. Central hasta la Av. Ermita Iztapalapa.

Los aforos vehiculares se realizan en los principales cruces de vialidades importantes tanto en las calles por cerrar a la circulación, como en las que pueden formar parte de las rutas alternas de desvío, debiéndose obtener información clasificada por movimientos direccionales y agrupada en periodos de 15 minutos a fin de facilitar el análisis estadístico.

La duración de los aforos dependerá de la intensidad del tránsito vehicular en las calles que se estén estudiando, recomendando se realicen en las horas de máxima demanda.

Para complementar la información de los aforos, es necesario hacer un inventario del señalamiento existente, medir la duración de los ciclos de semáforos y sus fases, secciones transversales de las vialidades principales y sentidos de circulación de las calles secundarias.

II.1.2 SEÑALAMIENTO PROVISIONAL

Dentro de las primeras acciones que se deben tomar al inicio de una obra vial, es informar al público de la próxima obra a efectuarse, con lo cual lleva a la disminución en el nivel de servicio y aumento de riesgo, debido a los bandeos vehiculares, excavaciones, maquinaria etc. Se debe colocar antes de iniciar los trabajos, para que de esta manera se puedan encauzar tanto el flujo vehicular como el peatonal de la manera mas segura.

Los señalamientos en la obra son parte importante dentro de la misma obra y representan el conjunto de dispositivos de información impresos (señales y marcas), ilustraciones luminicas (semáforos) o canalización física necesaria para instalar o implementar en una red vial o parte de esta, con el objeto de minimizar los problemas de congestionamiento, accidentes de tránsito, molestias al público, así como orientar debidamente a este.

Los señalamientos para el desvío de transito y protección de los usuarios y vehiculos en la zona de obra son los siguientes:

- Se pondrá señalamiento nuevo sobre la Calzada Ignacio Zaragoza y Francisco del Paso y Troncoso en ambas direcciones, donde se indicarán las vías alternas a utilizar para evitar pasar por la zona de obra.

- Confinamiento de la zona de obra con lamina pintro malla ciclón (combinada), este confinamiento se colocará alrededor de la construcción de la cimentación de los apoyos para seguridad de usuarios y vehículos
- Confinamiento boya varilla (indicador sobre vialidad)
- Señalamiento de orientación a usuarios los cuales son impresas eléctricas, las impresas son preventivas, restrictivas e informativas y las eléctricas son semáforos para vehículos y peatones durante la construcción de la obra.
- Señalamiento de canalización que pueden ser marcas impresas, cuerpos móviles o fijos y mojones

Las marcas impresas pueden ser en pavimento, guarniciones y obstáculos, los cuerpos moviles podrán ser conos, banderolas, lámparas de destello, mecheros, tambores, barreras y camellones, y los mojones son bloques fijos.

II.2.- ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS

El complejo sistema de obras viales que requiere la Ciudad de México; las estructuras que construye pueden ser tan diversas como líneas del Metro, pasos a desnivel, puentes viales, pasos peatonales subterranos y elevados, estacionamientos y talleres de mantenimiento. Las condiciones del subsuelo en que se desarrollan estas obras, varían de las arcillas mas blandas y compresibles, a las tobas y los basaltos.

Un factor muy importante es conocer la estratigrafía y propiedades mecánicas del subsuelo a lo largo del eje de trazo del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZAOCEANIA, para así poder, ratificar la decisión del tipo de estructura que se utilizara.

El estudio del subsuelo consiste en ejecutar una serie de sondeos de exploración y extraer muestras bien sean alteradas o inalteradas, para determinar posteriormente sus características con diversas pruebas de laboratorio.

Es por ello que para definir las propiedades índice y mecánicas así como los espesores de cada uno de los estratos en el sitio donde quedo localizado dicho DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA, se realizaron cuatro sondeos dos de ellos de cono y dos mixtos.

Los sondeos de cono tuvieron como finalidad detectar con mayor precisión los espesores de los estratos y correlacionar los resultados de la resistencia de punta con la resistencia no drenada de la arcilla de la Ciudad de México. De los sondeos mixtos, se obtuvieron muestras alteradas e inalteradas representativas para obtener las propiedades índices y mecánicas de los estratos encontrados.

El criterio que se establece para determinar el tipo y la profundidad de cada exploración, consiste en realizar por lo menos un sondeo inalterable en los sitios donde se construirán estructuras importantes. Los sondeos alterados se llevan a cabo con el objeto de determinar con mas precisión la estratigrafía del subsuelo; la profundidad de estos es igual que la de los sondeos inalterados, ya que de esta manera se pueden correlacionar perfectamente.

El Distrito Federal está dividido en tres zonas geotécnicas:

Zona I Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas y de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena

Zona II Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m. de profundidad, o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limoarenosos intercalados con capas de arcilla lacustre, el espesor de esta es variable entre decenas de centímetros y pocos metros.

Zona III Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresibles, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son de consistencia simple a muy dura y de espesores variables de centímetro a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto pueden ser superior a los 50 m.

Esta última zona, es exactamente sobre la cual se encuentra el proyecto, en manera más específica en la zona de lago centro I.

Está asociada al sector no colonial de la ciudad, que se desarrolló desde principios de este siglo y ha estado sujeto a las sobrecargas generadas por construcciones pequeñas y medianas; las propiedades mecánicas del subsuelo en esta subzona representan una condición intermedia entre Lago Virgen y Lago Centro II.

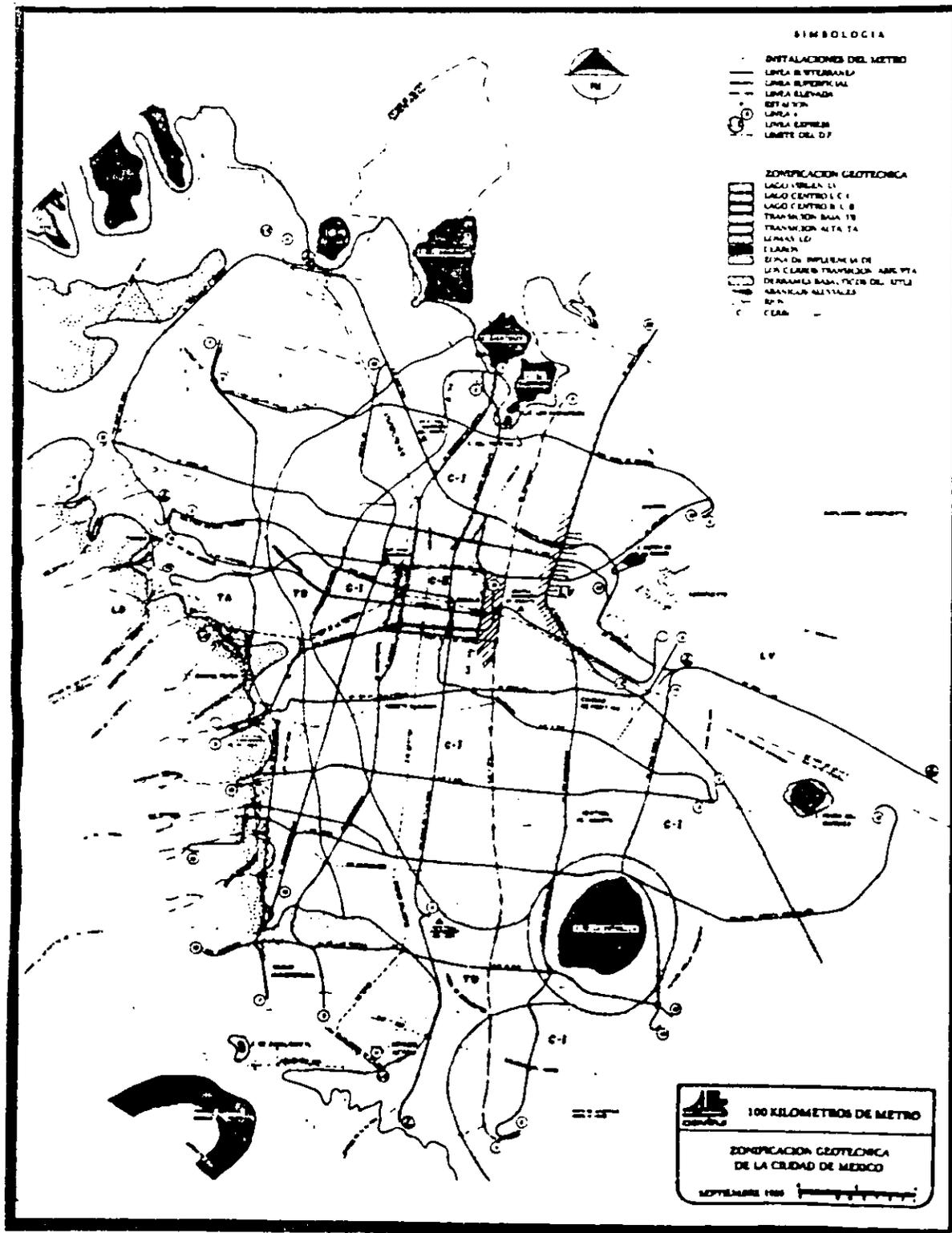


FIG. 2.1 Zonificación geotécnica de la Ciudad de México.

II. 3. IMPACTO AMBIENTAL

En la actualidad es muy importante realizar estudios de impacto ambiental que arroja índices muy altos de contaminación del aire y de ruido. Todos estos factores de tiempo de contaminación justifican la construcción de un proyecto tan grande que ahorrara tiempo, combustible, evitará contaminación (por la presencia de semáforos), brindará áreas verdes y de esparcimiento, belleza arquitectónica, mayor iluminación en la noche, una mejor y mas rápida distribución, mayor transporte publico, etc.

La realización de obras o actividades públicas o privadas, que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los limites y condiciones señalados en los reglamentos y las normas técnicas ecológicas emitidas por la Federación para proteger el ambiente.

Cuando se trate de la evaluación del impacto ambiental por la realización de obras o actividades que tengan por objeto el aprovechamiento de recursos naturales, la secretaria requeriría a los interesados que en la manifestación del impacto ambiental correspondiente, se incluya la descripción de los posibles efectos de dichas obras o actividades en el ecosistema de que se trate, considerando el conjunto de elementos que lo conforman y no únicamente los recursos que serian sujetos de aprovechamiento.

Fue necesario solicitar una licencia de Impacto Ambiental por los ductos de Pemex que cruzan por la zona de obra.

Otro aspecto importante para el estudio de Impacto Ambiental son los árboles que se encuentran en la zona de construcción, a lo largo de la calle de Puenteros existe una serie de árboles que se tendrán que transplantar en otro sitio, este

transplante se hará respecto a las indicaciones que proporcione la Delegación Venustiano Carranza, y en case de no cumplirse con las especificaciones se plantaran 10 árboles por cada uno que se haya dañado.

Este transplante consistirá en lo siguiente:

- Realizar una excavación con un diámetro 5 veces el tronco, proteger la raíz del árbol con un costal y sacarlo con cuidado sin dañar la corteza para evitar que muera.
- Colocar el árbol en una zanja previamente realizada y que esta se encuentre libre de contaminantes, dicha zanja debe tener agua hasta la mitad de la excavación.
- Poner el árbol siguiendo la orientación respecto a los rayos del sol.
- Realizar la limpieza una vez que se realizó el transplante, para evitar que sirva de basurero.

II.4 OBRA CIVIL

II.4.1 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

Conocido el proyecto estructural y el proyecto de desvío de tránsito, se definió el procedimiento constructivo que en términos generales consiste en lo siguiente:

- Desvío de instalaciones municipales y del tránsito vehicular.
- Fabricación de 5194 pilotes de diferentes tipos en planta de prefabricados.
- Localización de los cajones de cimentación y zapatas de los estribos, así como ubicación de los pilotes dentro de estos elementos y

- localización de las zapatas de los muros de contención de las rampas.
Se contara con 63 zapatas de diferentes secciones y 9 murosestribos.
- Perforación previa de los pilotes para evitar movimientos excesivos en la masa del suelo.
 - Hincado de pilotes para los cajones de cimentación y zapatas de los estribos.
 - Excavación a nivel de desplante de las cimentaciones del cajón de cimentación, tanto de las zapatas del muro estribo como de las zapatas de muro de contención de las rampas.
 - Excavación para las contratraves del segundo nivel (zona de marcos).
 - La cimentación para el tramo de doble nivel se resolvió con trabes de cimentación por lo que la excavación se realizará mediante zanjas que alojen la sección. Se contara con 86 dados donde se conectaran las columnas prefabricadas en planta.
 - Descabece de los pilotes.
 - Colado de plantilla, habilitado de acero de refuerzo para la cimentación, así como el refuerzo de las 56 columnas coladas en sitio y muros para que queden anclados en la cimentación.
 - Colado de las cimentaciones y habilitado del acero de refuerzo de las 56 columnas de diferentes alturas coladas en sitio.
 - Fabricación de 290 columnas de diferentes tipos y secciones en plantas de prefabricados.
 - Colado de las 56 columnas en sitio.
 - Fabricación de diferentes tipos de trabes en diferentes plantas de prefabricados que a continuación se mencionan: trabes cajón:
236 TC (trabe central)
23 TA (trabe de apoyo)
6 TCA (trabe central de apoyo).
10 TB.
y para zona de marcos:

172 traves T
86 traves TR.

- Relleno de rampas de acceso.
- Fabricación de 125 cabezales de diferentes tipos en planta de prefabricados. Simultáneamente a la fabricación de columnas prefabricadas y traves.
- Montaje de las 290 columnas prefabricadas, utilizando equipo de alto tonelaje.
- Montaje de las traves TCA y TA una vez alcanzada la resistencia de proyecto de las columnas coladas en sitio y de los muros estribo.
- Montaje de los 125 cabezales prefabricados, utilizando equipo de alto tonelaje.
- Montaje de las traves cajón 236 TC apoyadas sobre las traves TCA y TA (para columnas coladas en sitio) y apoyadas sobre los cabezales (para columnas prefabricadas)
- Montaje de las 10 traves TB apoyadas sobre cabezales (para columnas prefabricadas)
- Montaje de las 172 traves T y de las 86 traves TR (apoyadas sobre las columnas prefabricadas del 1 y 2 nivel de la zona de marcos. Utilizando equipo de alto tonelaje.
- Terminando el montaje de todas las traves en todos sus tipos se procede a colocar un firme de compresión sobre estas.
- Armado y colocación de los accesorios no metálicos de las guarniciones y colado de las mismas.
- Fabricación de las fajas separadoras.
- Colocación de los diafragmas metálicos en las traves y cabezales así como fijación de los parapetos metálicos en las guarniciones
- Instalaciones diversas.

- Asfaltado de la superficie de rodamiento, colocación de las fajas separadoras y de señalamiento.
- Restitución de la circulación vehicular.

II.4.2 INTERACCION CON OTROS PROYECTOS.

Durante la realización del proyecto del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA. Se analizaron otros proyectos existentes sobre sus ejes de trazo, como el Metropolitano línea "B", la línea 1 del metro, y la línea por donde pasa el drenaje profundo de la Cd. de México que interfieren con la infraestructura (pilotes y zapatas) del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA, que a continuación se comentan:

A) METROPOLITANO LINEA B.

Definitivamente este proyecto creó una modificación importante en los apoyos del metropolitano, ya que antes de iniciarse la construcción del metro se analizaron a lo largo de la línea todos los puentes que se iban a construir, y uno de los que podrían causar problemas era el proyecto del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA, por lo que fue necesario desplazar los apoyos del metro para poder alojar las zapatas de dicho DISTRIBUIDOR VIAL, en su vialidad B

B) LINEA PERIFERICA DEL METRO.

En el proyecto se contempló la línea 1 del metro con el propósito de que los apoyos no cayeran sobre el cajón del metro. Es importante que se consideren los trabajos con mucho cuidado para evitar problemas en las instalaciones, por lo que al iniciar el hincado de pilotes se hará una perforación previa y luego se introducirán

para evitar el golpeteo que podría causar problemas en el cajón del metro existente de la línea 1.

C) DRENAJE PROFUNDO.

Para la realización del proyecto se analizó la línea por donde pasa el drenaje profundo, y se proyectaron los apoyos del puente fuera de la zona del mismo; en las partes donde se acercan los apoyos del puente al drenaje se hincaran los pilotes de la misma forma que el punto anterior.

CAPITULO III
PROYECTO
EJECUTIVO.

CAPITULO III PROYECTO EJECUTIVO

III.1 Proyecto geométrico

III.1.1 Proyecto geométrico de los elementos prefabricados

III.2 Proyecto estructural

III.2.1 Subestructura

III.2.2 Superestructura

III.1 PROYECTO GEOMETRICO

El proyecto geométrico nos define las tangentes, curvas, elevaciones, pendientes y dimensiones exactas de los arroyos, así como la ubicación de los elementos estructurales que forman el DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA, a través de ejes y puntos de referencia. Específicamente el proyecto geométrico de DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZAOCEANIA estará compuesto por una gran variedad de planos geométricos, para la fabricación de cada tipo de elemento de que se trate, donde se definirán principalmente: el tipo de elemento, ubicación por vialidad, por eje y por nivel, orientación para su montaje, dimensiones completas y especificaciones de proyecto. El proyecto geométrico presenta la descripción y solución de los elementos que lo integran, como planta de referenciación de trazo planta general de trazo, planta de localización y referenciación de columnas y ejes de estribos, proyecto de perfil eje A-A', B-B' C-C', D-D', E-E', F-F', y G-G', así como planta de secciones niveladas. Para la fabricación de los elementos prefabricados del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA. Se tienen los planos geométricos generales para fabricación de columnas presforzadas, fabricación de cabezales postensados y fabricación de travesaños presforzados en los tipos TC, TA, TCA, TB y T así como fabricación de travesaños

reforzadas tipo TR, con sus correspondientes planos particulares por elemento a fabricar.

A continuación comentaremos lo mas trascendente del proyecto geométrico:

PLANTA DE REFERENCIACION DE TRAZO DE PUENTES Y GAZAS

La referenciación de trazo tiene por objeto determinar la posición de los principales puntos de trazo. Nos sirve para ubicar dicho trazo, en caso de que este se haya borrado al ejecutar cualquier actividad sobre el.

La referenciación de trazo deberá realizarse por media de triangulaciones, uno de los vértices será el punto a referenciar sobre el eje de trazo y los restantes serán ubicados sobre paramentos que no sean afectados por la obra. Se considera para este proyecto que la precisión mínima aceptable deberá ser 1/5000 en el sentido lineal y de 15" angularmente.

PLANTA GENERAL DE TRAZO DE PUENTES Y GAZAS.

Nos define las dimensiones de los puntos más relevantes y permanentes en campo. Siendo dichos puntos necesarios para el trazo de ejes de arroyos y banquetas, el eje de trazo AA', BB', CC', DD', EE', FF' y GG', esta integrado por tangentes y curvas, además define los alineamientos horizontal y vertical sobre las avenidas. En lo que respecta a la parte constructiva del proyecto los planos geométricos incluyen los datos necesarios para la construcción de arroyos, banquetas, parapetos y curvas constructivas de guarniciones.

PLANTA DE LOCALIZACIÓN Y REFERENCIACIÓN DE EJES DE COLUMNAS Y ESTRIBOS.

Este nos indica el eje y cadenamiento en el que se encuentran localizadas las columnas y muros estribo, a partir de los puntos de referencia situados en forma estratégica a lo largo de las 7 vialidades.

PROYECTO DE PERFIL EJES AA', BB', CC', DD', EE', FF' y GG'

Estos son parte integrante del análisis geométrico, que son los que definen la posición que deberá tener el perfil para librar las diferentes interferencias existentes y plantea las necesidades para obras futuras. Cabe señalar que el proyecto de perfil también nos indica las elevaciones que observaran las subestructuras y superestructuras, es decir, rasante, subrasante, terreno natural, desplante de columnas desplante de cajones de cimentación, desplante de plantilla y desplante de los pilotes de punta entre otros.

PLANTAS DE SECCIONES NIVELADAS DE PUENTES Y GAZAS

Está se complementa con el proyecto de perfil y nos indica los niveles definitivos que observaran los puentes hasta el firme de compresión, el cual estará integrado por una losa de concreto armado y la carpeta asfáltica.

III.1.1 PROYECTO GEOMETRICO DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS

COLUMNAS PRESFORZADAS

El proyecto geométrico para la fabricación de las 290 columnas presforzadas comprende el plano "Geometría para la fabricación de columnas prefabricadas (1er. y 2do. nivel) ejes AA', BB', DD, y FF'", y el plano "Geometría para fabricación de columnas entre ejes M-1 al M-43 (1 er. y 2 do. nivel) para zona de marcos".

CABEZALES POSTENSADOS

El proyecto geométrico para la fabricación de los 125 cabezales postensados comprende el plano "Geometría para la fabricación de cabezales 1er. nivel" y el plano "Geometría para la fabricación de cabezales 2do. nivel".

TRABES PRESFORZADAS TIPO TC, TA, TCA, Y TB.

El proyecto geométrico para la fabricación de las 236 trabes presforzadas tipo TC comprende el plano "Geometría para la fabricación de trabes TC 1er. nivel" y el plano "Geometría para la fabricación de trabes TC 2 do. nivel". El proyecto geométrico para la fabricación de las 23 trabes presforzadas tipo TA y las 6 trabes presforzadas tipo TCA comprende el plano "Geometría para fabricación de trabes TA y TCA 1er. nivel eje CC' " y el plano "Geometría para fabricación de trabes TA 1er. nivel ejes DD' y EE'" y el plano "Geometría para fabricación de trabes TA y TCA 2do. nivel ejes FF' y GG' ". El proyecto geométrico para la fabricación de las 10 trabes presforzadas tipo TB comprende el plano "Geometría para fabricación de trabes TB 2 do. nivel". las alturas de columnas presforzadas, así como su tipo, las

longitudes de los cabezales postensados así como tipo, las longitudes de las trabes presforzadas así como sus peraltes tipo TC, TA, TCA y TB se pueden consultar en el(plano 01) "Geometría preliminar de trabes presforzadas tipo TC, TA, TCA, y TB, cabezales postensados y alturas de columnas presforzadas 1er. y 2 do. nivel"

El proyecto geométrico para la fabricación de las 172 trabes presforzadas tipo T y delas 86 trabes reforzadas tipo TR comprende el (plano 02) "Geometría para fabricación de trabes presforzadas tipo T y trabes reforzadas tipo TR 1er. y 2 do. nivel de eje M1 a eje M43 de la zona de marcos".

En resumen se puede apreciar por medio de los planos anteriormente descritos que podemos conocer los elementos prefabricados que intervienen en el proyecto geométrico del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA.

El presente capítulo tiene como finalidad ilustrar la geometría para la fabricación de elementos que constituyen aproximadamente el 80% de todo el proyecto ejecutivo del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA.

III.2 PROYECTO ESTRUCTURAL

La finalidad del proyecto estructural es proponer los elementos estructurales básicos y sus dimensiones (tanto elementos colados en sitio como elementos prefabricados), debiendo contener detalles importantes con referencia a los demás planos para su clara localización, interpretación y ejecución.

El DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA esta constituido por los siguientes elementos estructurales:

La cimentación se compone por un conjunto de 63 cajones de cimentación (zapatas), apoyados sobre pilotes de punta. El cajón de cimentación presenta una profundidad de desplante variable entre 2.50 y 3.00 m. se encuentran estructurados con contratrabes y losas de concreto reforzado y están parcialmente compensados con un relleno de tezontle. Además, la parte exterior del cajón se ha cubierto por una membrana impermeable que garantiza su estanqueidad haciendo mas eficiente el efecto de la compensación. Los pilotes son de sección de 40X40 cm. en diferentes tipos, la profundidad máxima que alcanza la punta es variable, dependiendo de la profundidad en que se localiza la primera capa arenosa de alta resistencia a la penetración. En todos los tipos de pilotes, la punta se encuentra varios metros por arriba de dicha capa con objeto de evitar la emersión de la estructura durante su vida útil y de fomentar el trabajo por fricción.

Se desplantaran 56 columnas (coladas en sitio) de sección oblonga de 0.90X1.60 m en los cajones de cimentación para las vialidades C,E,F y G que servirán de apoyo para la superestructura. La cual esta compuesta por trabes prefabricadas de concreto presforzado de sección cajón tipos TC, TA y TCA con peraltes de 1.40 y 2.00 m de acuerdo a la vialidad en la que se ubiquen.

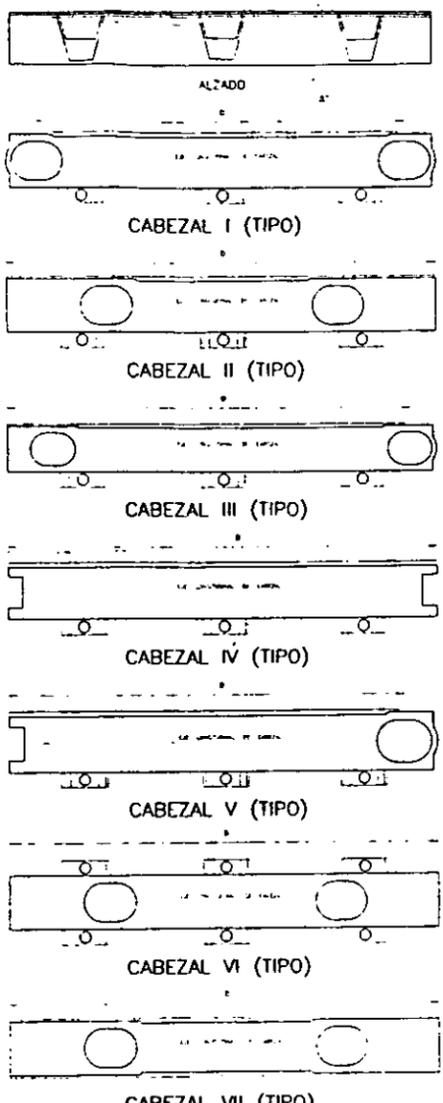
Por otro lado tenemos 290 columnas prefabricadas presforzadas de sección oblonga de 1.50X2.00 m (para vialidades del 1er. nivel) y oblonga de 1.50X2.00 m (1er. nivel) con sección circular de $\varnothing=1.50$ m (2 do. nivel), para las vialidades principales A (1 er. nivel) y B (2 do. nivel), así como en la vialidad D y únicamente 8 columnas en la vialidad F. las columnas prefabricadas se fijaran a los muros de apoyo de los cajones de cimentación por medio de 4 pernos por columna preparados para esta función.(fig.3.1).

Las columnas prefabricadas soportaran 125 cabezales prefabricados postensados (conexión cabezal columna), que a su vez servirán de apoyo (por medio de mensulas de apoyo) para la superestructura de las vialidades A,B,D y F. formada por 214 traves prefabricadas tipo TC con peralte de 2.00 m y 10 traves prefabricadas tipo TB ,con peralte de 65 cm (localizadas estas en la intersección Av. Oceania y eje 1 norte).

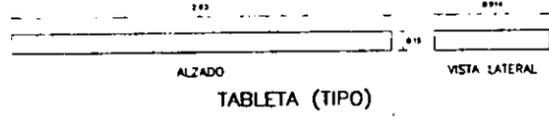
Este proyecto contempla una zona de marcos (2 niveles) en la calle de Puenteros con una longitud de 317.15 m, formada por 43 ejes. La cimentación se compone de contratraves y dados de cimentación (conexión columna-dado), apoyados sobre 492 pilotes de punta. Esta cimentación presenta una profundidad de desplante entre 1.50 m y 2.00 m. los pilotes son de sección 40X40 cm desplantados a una profundidad de 29.50 m (fig. 3.2). las columnas prefabricadas presforzadas para la zona de marcos se fijaran a los dados de cimentación por medio de 4 pernos por columna preparados para esta función. las columnas de sección oblonga de 0.80X1.50 m (1er. nivel) con circular de $\varnothing=0.80$ m (2 do. nivel), tendrán la forma de doble T para apoyar las 172 traves prefabricadas presforzadas tipo T y las 86 traves prefabricadas reforzadas de rigidez tipo TR, mismas que se montaran en los 2 niveles de la zona de marcos.(fig.3.3).

Básicamente el proyecto estructural se divide en dos partes:

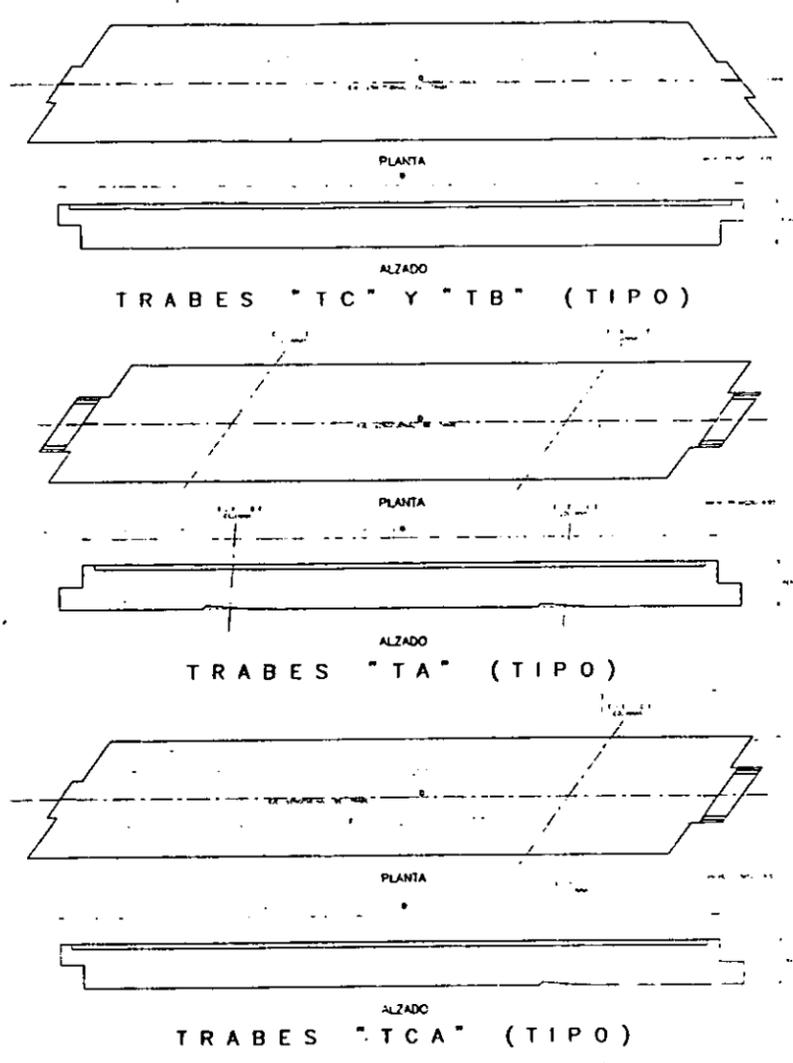
- 1) Subestructura
- 2) Superestructura



LA	B	TIPO
1.00	1.00	1
1.00	1.00	2
1.00	1.00	3
1.00	1.00	4
1.00	1.00	5
1.00	1.00	6
1.00	1.00	7



LA	TIPO
1.00	1
1.00	2
1.00	3
1.00	4
1.00	5
1.00	6
1.00	7

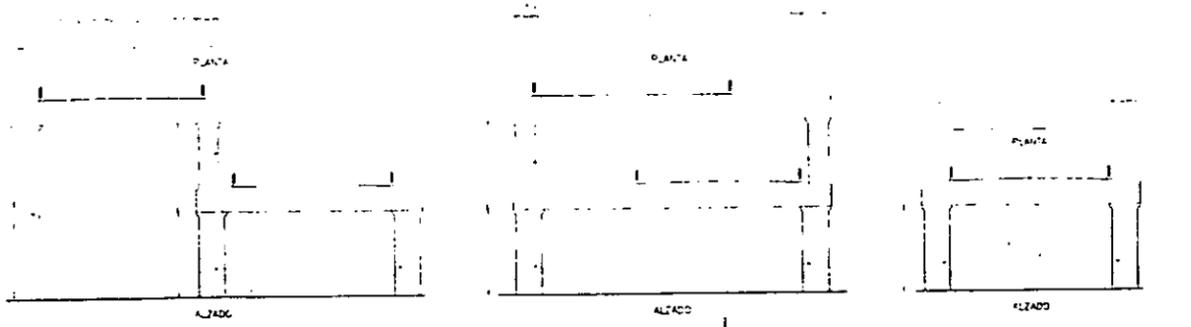


LA	B	TIPO
1.00	1.00	1
1.00	1.00	2
1.00	1.00	3
1.00	1.00	4
1.00	1.00	5
1.00	1.00	6
1.00	1.00	7

LA	B	TIPO
1.00	1.00	1
1.00	1.00	2
1.00	1.00	3
1.00	1.00	4
1.00	1.00	5
1.00	1.00	6
1.00	1.00	7

LA	B	TIPO
1.00	1.00	1
1.00	1.00	2
1.00	1.00	3
1.00	1.00	4
1.00	1.00	5
1.00	1.00	6
1.00	1.00	7

LA	B	TIPO
1.00	1.00	1
1.00	1.00	2
1.00	1.00	3
1.00	1.00	4
1.00	1.00	5
1.00	1.00	6
1.00	1.00	7



ALTURA DE COLUMNA III (TIPO)

ALTURA DE COLUMNA II (TIPO)

ALTURA DE COLUMNA I (TIPO)

LA	B	TIPO
1.00	1.00	1
1.00	1.00	2
1.00	1.00	3
1.00	1.00	4
1.00	1.00	5
1.00	1.00	6
1.00	1.00	7

LA	B	TIPO
1.00	1.00	1
1.00	1.00	2
1.00	1.00	3
1.00	1.00	4
1.00	1.00	5
1.00	1.00	6
1.00	1.00	7

LA	B	TIPO
1.00	1.00	1
1.00	1.00	2
1.00	1.00	3
1.00	1.00	4
1.00	1.00	5
1.00	1.00	6
1.00	1.00	7

NOTAS:

1. Se muestra en metros.
2. No incluir en el presupuesto los trabajos de las columnas y vigas.
3. Los datos de cuantificación son orientativos.
4. Se deben considerar los factores de seguridad.
5. Se debe considerar el tipo de suelo.
6. Se debe considerar el tipo de carga.
7. Se debe considerar el tipo de estructura.
8. Se debe considerar el tipo de sistema de cimentación.
9. Se debe considerar el tipo de sistema de transporte.
10. Se debe considerar el tipo de sistema de ventilación.
11. Se debe considerar el tipo de sistema de iluminación.
12. Se debe considerar el tipo de sistema de calefacción.
13. Se debe considerar el tipo de sistema de refrigeración.
14. Se debe considerar el tipo de sistema de ventilación mecánica.
15. Se debe considerar el tipo de sistema de aire acondicionado.
16. Se debe considerar el tipo de sistema de calefacción central.
17. Se debe considerar el tipo de sistema de calefacción por radiadores.
18. Se debe considerar el tipo de sistema de calefacción por estufa.
19. Se debe considerar el tipo de sistema de calefacción por pellets.
20. Se debe considerar el tipo de sistema de calefacción por bombas de calor.

PROYECTO: []

INSTITUCION: []

INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL

ESTUDIOS PRELIMINARES DE TRABAJO

PROYECTO DE TRABAJO DE TRABAJO

CONFECCION DE TRABAJO DE TRABAJO

TRABAJO DE TRABAJO DE TRABAJO

TRABAJO DE TRABAJO DE TRABAJO

TRABAJO DE TRABAJO DE TRABAJO

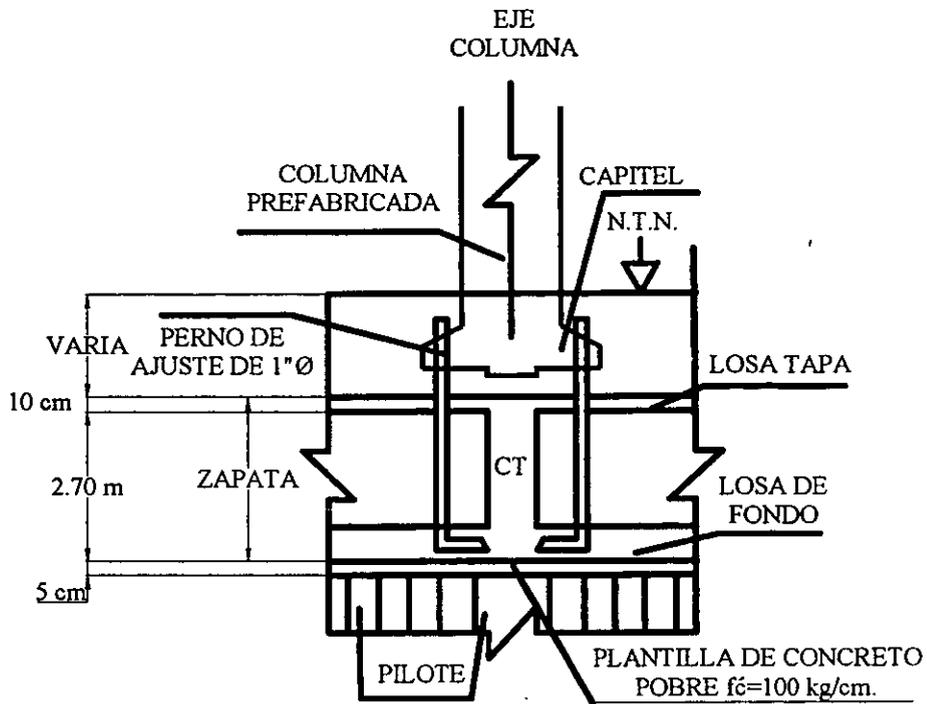


Fig. 3.1 Conexión columna prefabricada - zapata

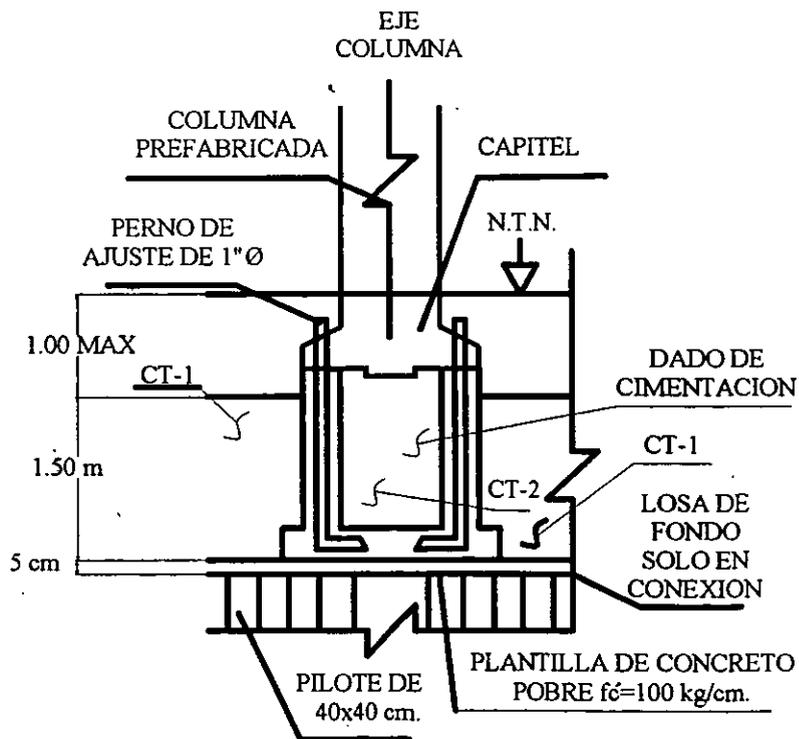
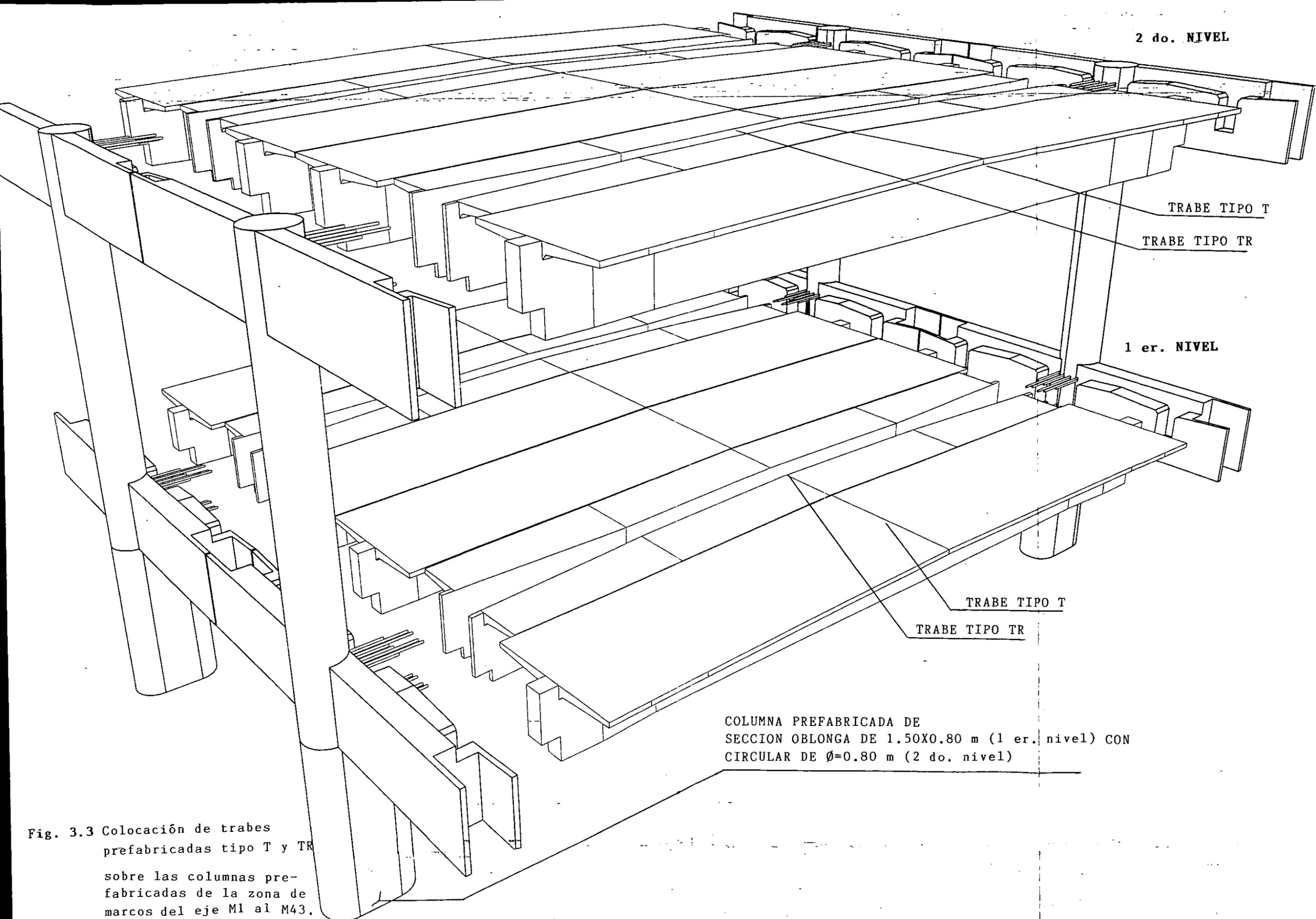


Fig. 3.2 Conexión columna prefabricada-dado de cimentación en zona de marcos.



2 do. NIVEL

TRABE TIPO T

TRABE TIPO TR

1 er. NIVEL

TRABE TIPO T

TRABE TIPO TR

COLUMNA PREFABRICADA DE
SECCION OBLONGA DE 1.50X0.80 m (1 er. nivel) CON
CIRCULAR DE Ø=0.80 m (2 do. nivel)

Fig. 3.3 Colocación de traves prefabricadas tipo T y TR sobre las columnas prefabricadas de la zona de marcos del eje M1 al M43.

III.2.1 SUBESTRUCTURA

Esta se encuentra integrada por el plano "Perfil geotécnico. Donde se hincaran 5194 pilotes de punta de sección 40X40 cm en 5 tipos diferentes que aparecen en la tabla 3.1 según su distribución por zona:

tipo de pilote(m)	SecciónA (m)	sección B (m)	long. total pilotes (m)	# de pilotes zona A	# de pilotes zona B	Total de pilotes
I	14.00	15.00	29.00	1264	266	1530
II	13.30	15.00	28.30	1918	1196	3114
III	10.30	/	10.30	/	16	16
IV						
Zona marcos	14.75	14.75	29.50	/	492	492
AB	14.50	14.50	29.00	24	18	42

Total 5194 pilotes

TABLA 3.1 Distribución de pilotes por tipo y zona.

En la (fig 3.4) se presenta el pilote de punta de sección 40X40 cm en diferentes longitudes tipos I, II, III, IV y AB.

Los 63 cajones de cimentación (zapatas) de diferentes secciones y alturas quedaran distribuidos de la siguiente manera por zona:

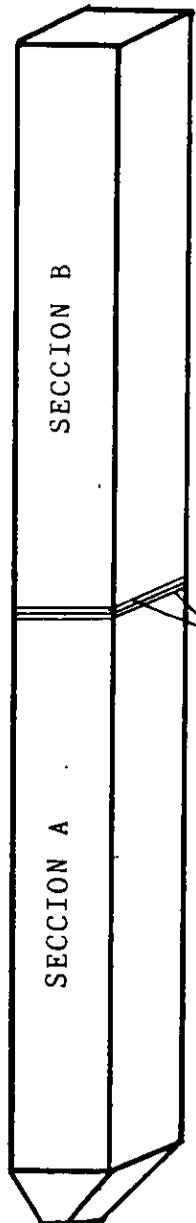
ZONA A

36 zapatas y 6 muros estribo: (E-A1), (E-B1), (E-F1), (E-D12), (E-C10) y (E-E1)

ZONA B

27 zapatas y 3 muros estribo: (E-A58), (E-B56) y (E-G1).

PILOTE DE PUNTA
DE SECCION 0.40X0.40 M
EN DIFERENTES LONGITUDES
TIPOS I-II-III-IV Y AB



PLACA DE 3/4" DE ESPESOR
SOLDADAS AL HINCAR EL
PILOTE EN OBRA

ESPECIFICACIONES: CONCRETO $F_c=250 \text{ kg/cm}^2$
ACERO DE REFUERZO $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.

Fig.3.4

De los cajones de cimentación se fijaran las columnas prefabricadas presforzadas, 110 quedaran en la zona A y 180 quedaran en la zona B (incluida la zona de marcos). Se fabricaran 3 tipos de columnas que aparecen en la tabla 3.2

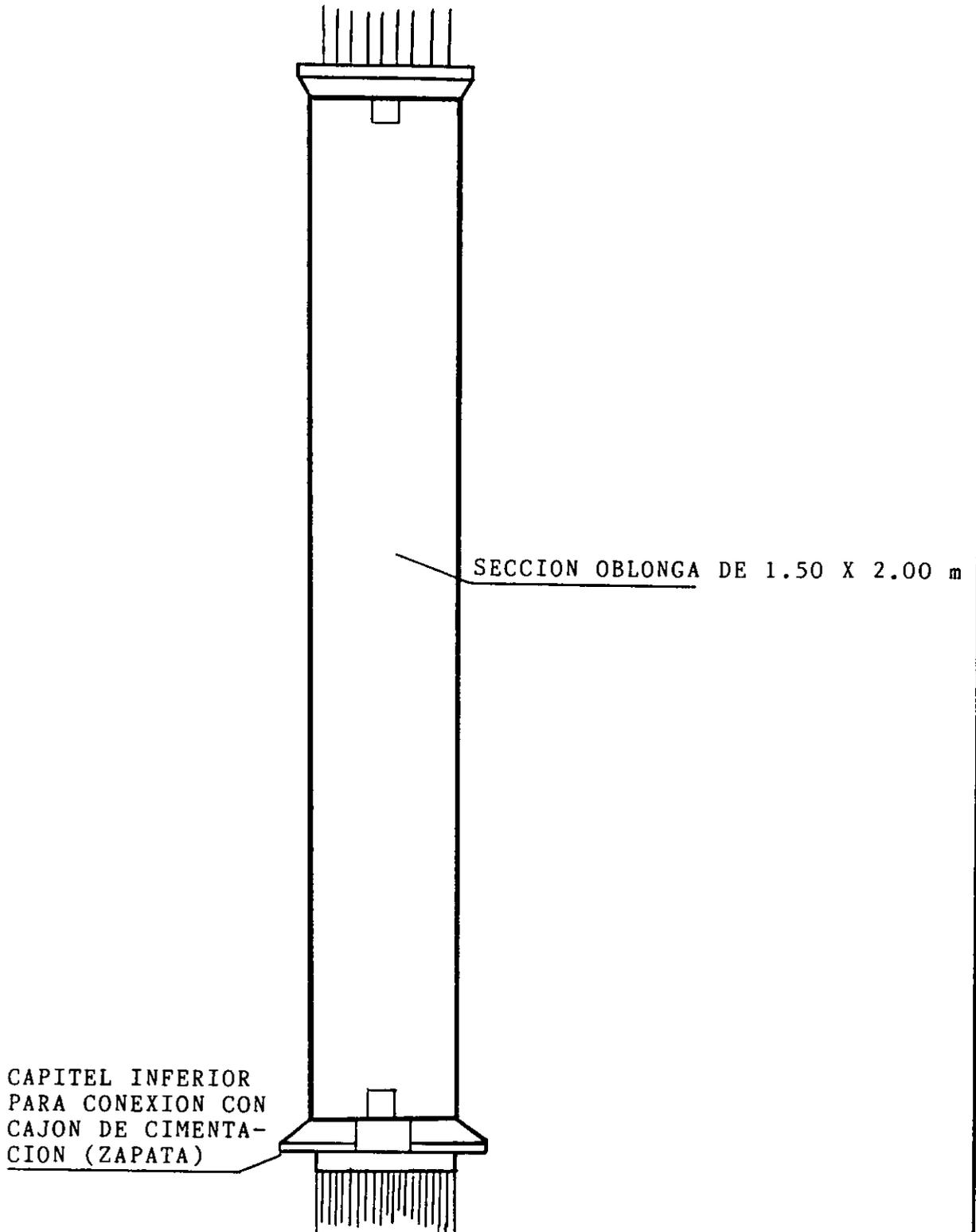
Tipo de columna prefabricada	Seccion (m)	Altura min. (m)	Altura máxima (m)	Total de columnas
I	oblonga de 1.50 X 2.00 (Izq. Y Der)	2.16	17.01	158
II	oblonga de 1.50x2.00 (1er nivel) con circular de $\varnothing=1.50$ (2do. Nivel) (Izq. Y der)	14.44	19.05	46
PARA LA ZONA DE MARCOS	Oblonga de 0.80 x 1.50 (1er nivel) con circular de $\varnothing=0.80$ (2do. Nivel) (Izq. Y der)	15.74	20.30	86

Total: 290

TABLA 3.2 Tipos de columnas prefabricadas

En las (fig. 3.5, 3.6 y 3.7) se presentan los 3 tipos de columnas presforzadas.

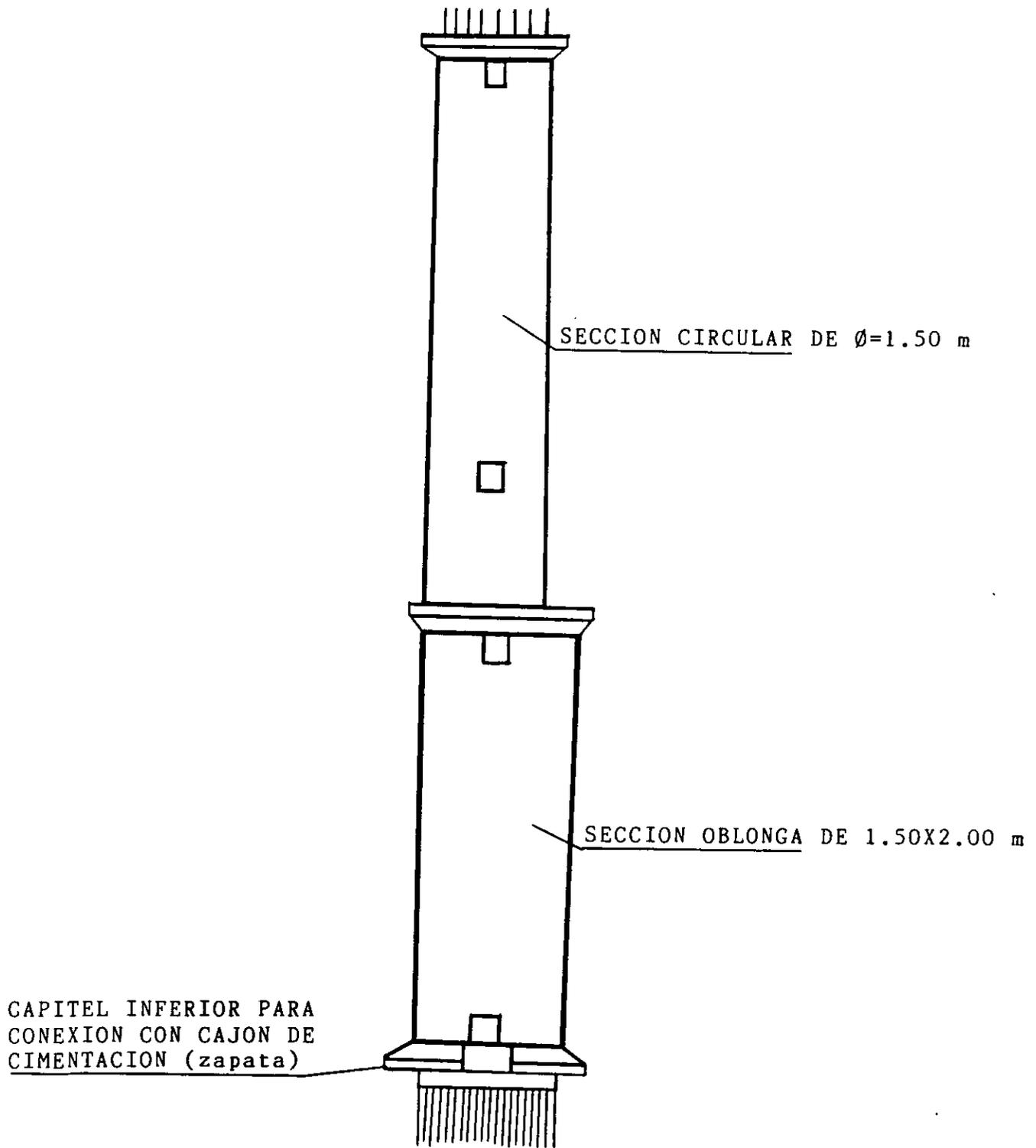
COLUMNA PRESFORZADA TIPO I



ESPECIFICACIONES: CONCRETO $F_c = 300 \text{ kg/cm}^2$
ACERO DE REFUERZO $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
ACERO DE PRESFUERZO: TORONES DE $\phi = 1/2''$
 $F_{pu} = 19000 \text{ kg/cm}^2$.

Fig. 3.5

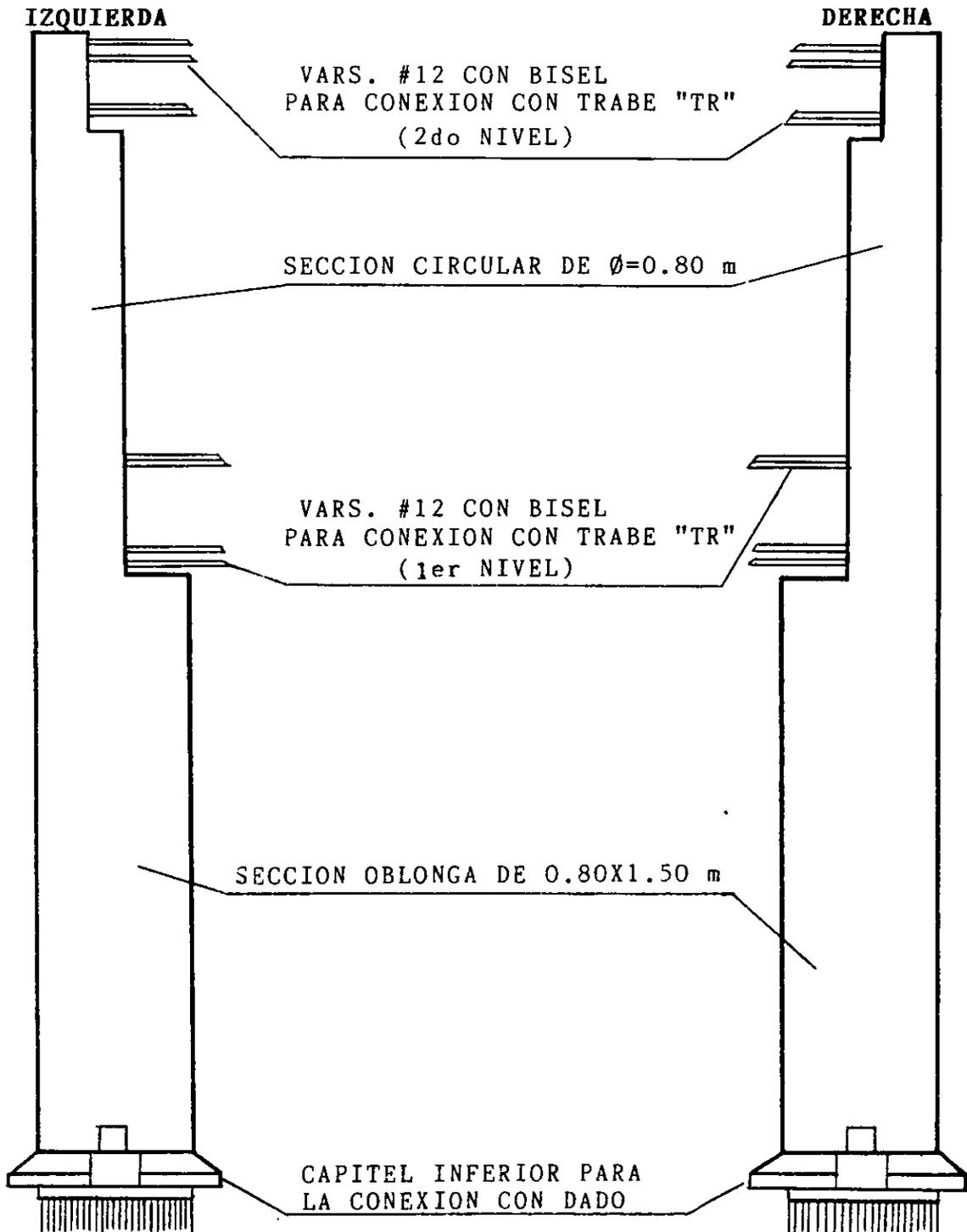
COLUMNA PRESFORZADA TIPO II



ESPECIFICACIONES: CONCRETO $F_c=300$ kg/cm²
ACERO DE REFUERZO $F_y=4200$ kg/cm².
ACERO DE PRESFUERZO: TORONES DE $\varnothing=1/2$ "
 $F_{pu}=19000$ kg/cm².

Fig. 3.6

COLUMNA PRESFORZADA
PARA ZONA DE MARCOS
DEL EJE M1 AL EJE M43



ESPECIFICACIONES: CONCRETO $F_c = 350$ kg/cm²
ACERO DE REFUERZO $F_y = 4200$ kg/cm²
ACERO DE PRESFUERZO: TORONES DE $\phi = 1/2$ "
 $F_{pu} = 19000$ kg/cm².

Fig. 3.7

Además se contara con 56 columnas coladas en sitio, quedando 50 en la zona A y 6 en la zona B. de sección oblonga de 0.90 X1.60 m con alturas variables según el eje y la vialidad a la que pertenezcan.

El total de las 290 columnas prefabricadas y las 56 columnas coladas en sitio igual a 346 columnas, tendrán como función principal soportar la superestructura de las 7 vialidades que componen el proyecto del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA.

Los cajones de cimentación (zapatas) tendrán diferentes características cada una de ellas, las cuales se describen en las tablas 3.3 y 3.4

No. De cajón de cimentación (Zapata)	No. de pilotes necesarios por zapata	No. de columnas para apoyar la superestructura
1-B	70	4
2-B	80	4
3-B	110	4
4-AB	128	8
5-AB	140	8
6-AB	198	8
48-D	80	4
8-B	114	4
7-AF	150	4
49-D	44	2
10-B	84	4
9-AF	142	4
11-AB	180	6
12-AB	158	6
13-AB	148	4
14-AB	128	4
15-AB	130	4
15-E	34	4 c.s.
16-ABE	170	8 (4 c.s.)
17-AB	120	8(4 c.s.)
18-AB	114	4
59-F	24	4 c.s.
58-F	63	4 c.s.

Continua

No. De cajón de cimentación (Zapata)	No. de pilotes necesarios por zapata	No. de columnas para apoyar la superestructura
57-F	52	4 c.s.
56-F	30	2 c.s.
55-F	70	4 c.s.
54-F	32	2 c.s.
50-D	70	4
51-D	60	4
52-D	60	4
53-D	30	4
43-C	40	2 c.s.
44-C	36	4 c.s.
45-C	28	4 c.s.
46-C	28	4 c.s.
47-C	28	4 c.s.
ME-A1	/	/
ME-B1	9	/
ME-C10	4	/
ME-D12	8	/
ME-E1	6	/
ME-F1	6	/

Nota: c.s. indica columna colada en sitio ME indica muro estribo

TOTAL: 3206 PILOTES 110 COLUMNAS PREFABRICADAS
50 columnas coladas en sitio

TABLA 3.3 Cajones de cimentación y muros estribo de la zona A

No. De cajón de cimentación (Zapata)	No. de pilotes necesarios por zapata	No. de columnas para apoyar la superestructura
19-AB	118	4
20-AB	168	4
21-AB	66	6
22-A	54	4
24-A	54	4
26-A	54	4
28-A	54	4
30-A	50	4
33-A	56	4
35-A	51	4
37-A	74	4
39-A	56	4

Continúa

No. De cajón de cimentación (Zapata)	No. de pilotes necesarios por zapata	No. de columnas para apoyar la superestructura
40-A	48	4
41-A	50	4
42-A	50	4
22-B	64	4
24-B	56	4
26-B	56	4
28-B	56	4
30-B	48	4
32-B	29	2
33-B	44	4
35-B	44	4
38-B	30	2
24-G	16	2c.s.
26-G	16	2c.s.
28-G	16	2c.s.
DADOS Y CONTRATABES (ZONA DE MARCOS) DEL EJE M1 AL EJE M43	492	86
ME-A58	8	/
ME-B56	10	/
ME-G1	/	/

Nota: c.s. indica columna colada en sitio ME indica muro estribo

TOTAL: 1988 PILOTES 180 COLUMNAS PREFABRICADAS
6 columnas coladas en sitio

TABLA 3.4 Cajones de cimentación y muros estribo de la zona B

En las (figs. 3.8, 3.9 y 3.10) se presentan el despiece de los cajones de cimentación y columnas para el (1er. y 2do nivel) y el despiece de dados y contratabes de cimentación así como columnas en zona de marcos (1er. y 2do. nivel) del eje M1 al eje M43.

El plano del perfil geotécnico. Nos proporciona todos los datos referentes al subsuelo, como son propiedades físicas y mecánicas que observan en sus diferentes estratos en estudio; el estudio del subsuelo se efectuara en la zona donde se proyectara el DISTRIBUIDOR VIALZARAGOZA-OCEANIA.

Cabe señalar que por medio del estudio efectuado al subsuelo se definirá el tipo de estructura a construir.

El numero de pilotes de punta empleados para los 63 cajones de cimentación, las contratrabes y los 86 dados de la zona de marcos y 9 muros estribo será de 5194 pilotes, por tal motivo nos apoyaremos en los planos estructurales "Pilote tipo I", "Pilote tipo II", "Pilote tipo III", "Pilote tipo IV (para zona de marcos)" y "Pilote tipo AB". Estos planos definen las dimensiones y características que deberá cumplir el tipo de pilote para su construcción o fabricación, además de sus especificaciones y nos indicara la forma de almacenaje e izaje entre otros aspectos.

Los planos estructurales "Localización de cajones de cimentación" nos indican el eje y cadenamiento donde se encuentran ubicados, cada uno de los cajones y muros estribo que forman parte de la subestructura.

En lo que respecta a la parte constructiva para los cajones de cimentación, se cuenta con un plano para cada cajón y muro estribo.

También se cuenta con el plano estructural "Cimentación de eje M1 a eje M43 (zona de marcos)". los cuales nos definen las dimensiones, armado, detalles y especificaciones que se aplicaran para su construcción.

En lo que respecta a las columnas prefabricadas, se contemplan 47 planos estructurales, y 2 planos de columna tipo prefabricada de eje M1 a eje M43 izquierda y derecha en el sentido de cadenamiento (zona de marcos). Los cuales nos definen las dimensiones, armado del acero de refuerzo distribución del acero de presfuerzo, accesorios, detalles y especificaciones que se cuidaran para su fabricación.

En términos generales en la subestructura se describen las dimensiones y características de los elementos prefabricados que intervienen en ella, para el proyecto del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA.

Para las columnas prefabricadas presforzadas se utiliza concreto con resistencia a la compresión $f'c=300$ kg / cm² y acero de presfuerzo 270 K con $fpu=19000$ kg/cm² y torones con 1.03 cm² de área

Para los pilotes de punta se utilizó concreto $f'c=250$ kg/cm² y para la cimentación también es $f'c= 250$ kg/cm². El esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo es $fy=4200$ kg/cm²

III.2.2 SUPERESTRUCTURA

Esta se encuentra integrada por 125 cabezales postensados, por 236 traveses presforzadas tipo TC, 23 traveses presforzadas tipo TA, 6 traveses presforzadas tipo TCA, 10 traveses presforzadas tipo TB, 172 traveses presforzadas tipo T y 86 traveses reforzadas de rigidez TR.

Para la fabricación de los 125 cabezales postensados el proyecto consta de 249 planos estructurales de armado y distribución del acero de presfuerzo,

dependiendo del tipo de cabezal. Cabe señalar que todos los cabezales son diferentes entre si para su fabricación, tanto para el (1er. nivel) como para el (2do. nivel).

Dichos planos definen el tipo de cabezal, dimensiones particulares, alturas para la ubicación de lechos inferiores de mensulas para apoyo de las traveses TC o TB, coordenadas para la distribución del acero de presfuerzo, distribución del armado de refuerzo, ubicación de ganchos de izaje, accesorios en general, excentricidades de eje de mensula con respecto al eje de hueco de columna y especificaciones que se cuidaran para su correcta fabricación. en la tabla 3.5 se presenta la distribución de cabezales postensados para las vialidades A, B, D y F.

Vialidad	zona A	zona B	No. de cabezales postensados
A	26	30	56
B	32	22	54
D	11	/	11
F	4	/	4

73

52

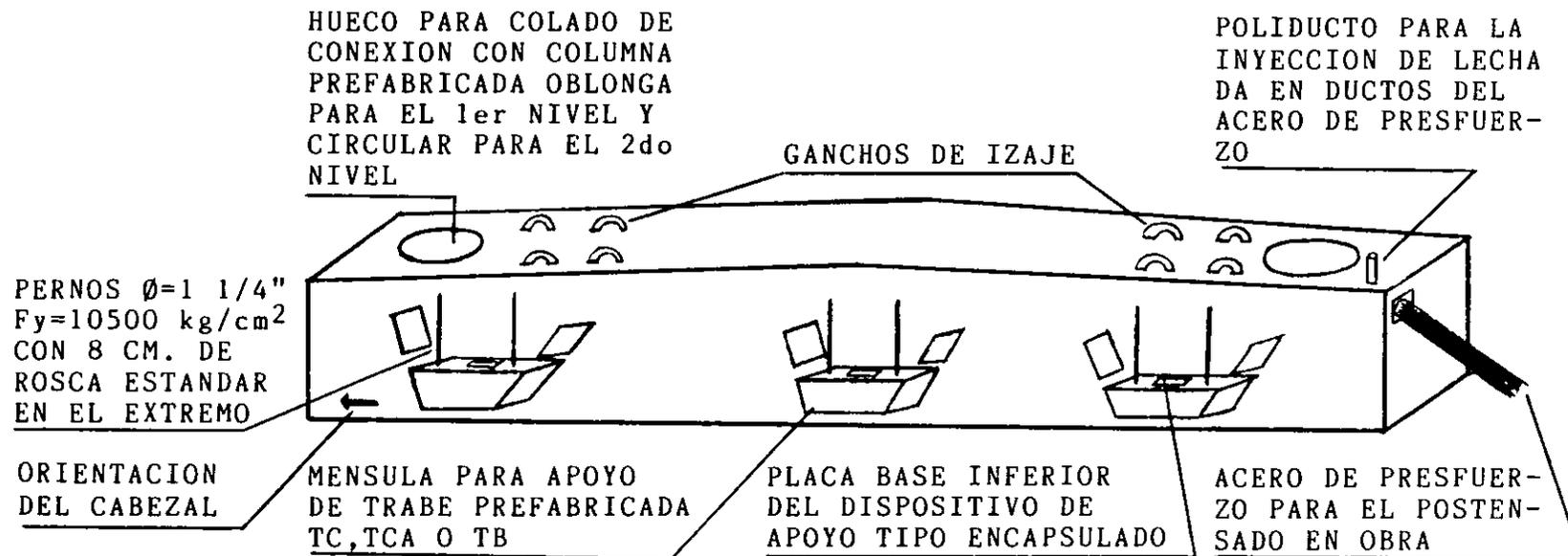
TOTAL: 125 CABEZALES POSTENSADOS

TABLA 3.5 Distribución de cabezales postensados por vialidades y zonas.

En la (fig. 3.11) se presenta el tipo de cabezal postensado.

La superestructura del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA, en la dirección transversal a base de traveses prefabricadas de concreto presfuerzo de sección T cajón TC, apoyadas en cabezales postensados los cuales se apoyan en las columnas prefabricadas presfuerzadas (conexión cabezal-columna) de sección oblonga de 1.50 x 2.00m. (1er nivel) y circular de $\varnothing = 1.50$ (2do. nivel), para las vialidades A, B, D, y un tramo de la F (Fig. 3.12)

CABEZAL POSTENSADO



ESPECIFICACIONES: CONCRETO $F_c=300\text{ kg/cm}^2$ EXCEPTO CABEZALES A-8 Y A-9 CON $F_c=450\text{ kg/cm}^2$
 ACERO DE REFUERZO $F_y=4200\text{ kg/cm}^2$
 ACERO DE PRESFUERZO: TORONES DE $\varnothing=1/2"$
 $F_{pu}=19000\text{ kg/cm}^2$.

Fig. 3. 11

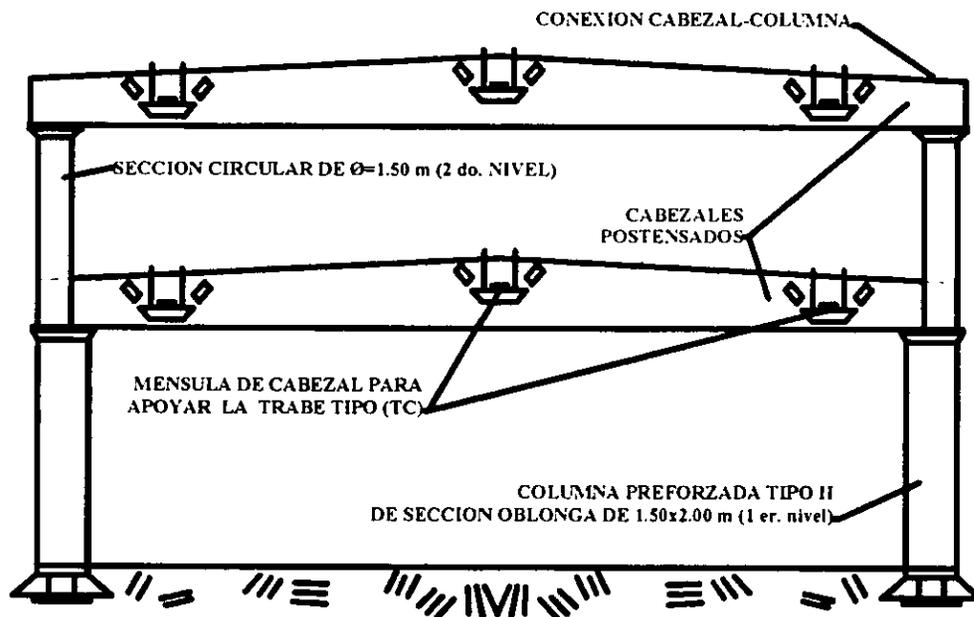


Fig. 3.12 Corte transversal 2Do. Nivel con columnas tipo II

Mientras que para las vialidades C,E, un tramo de la F y G. Las traves de apoyo prefabricadas de concreto presforzado tipo (TA), descansan sobre 2 columnas de concreto coladas en sitio de sección oblonga de 0.90x1.60m. y traves centrales prefabricadas de concreto presforzado tipo (TC) que se apoyan en los extremos de las traves (TA). Las (TA) descansan sobre columnas alineadas generalmente en forma de transversal al eje de trazo de las vialidades, cuyo número también es función del ancho de la vialidad. Las (TC) se apoyan en las (TA) y presentan (en algunos casos longitudes importantes (37.00m), lo que origina fuertes descargas y momentos estáticos en los extremos de las traves y en la cimentación (Fig. 3.13)

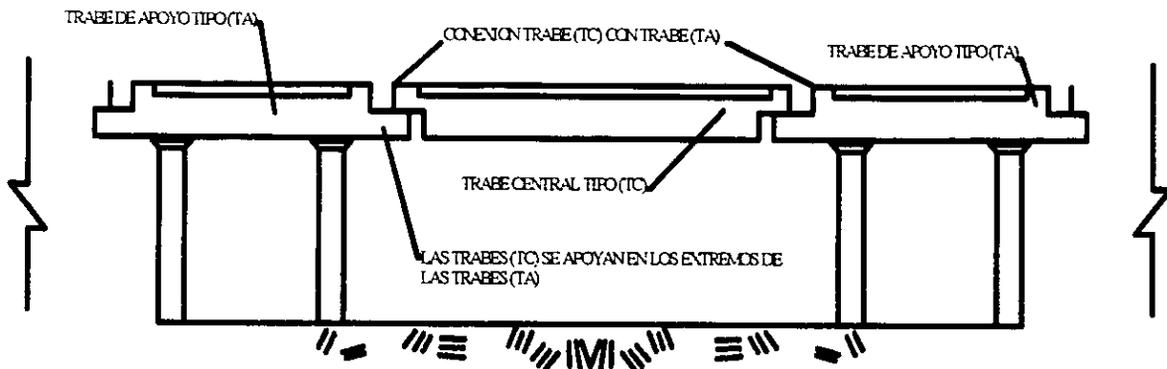


Fig. 3.13 Corte longitudinal 1er. Nivel con columnas coladas en sitio de sección oblonga de 0.90x1.60 m.

En la dirección transversal en la zona de marcos del eje M1 al eje M43 (1er y 2do. nivel) La superestructura es a base de traves prefabricadas de concreto presforzado tipo (T) y traves prefabricadas de concreto reforzado tipo (TR), apoyadas en las columnas prefabricadas presforzadas de sección oblonga de 0.80 x 1.50 (1er nivel) y circular de $\varnothing=0.80$ m (2do. nivel). (Fig. 3.14)

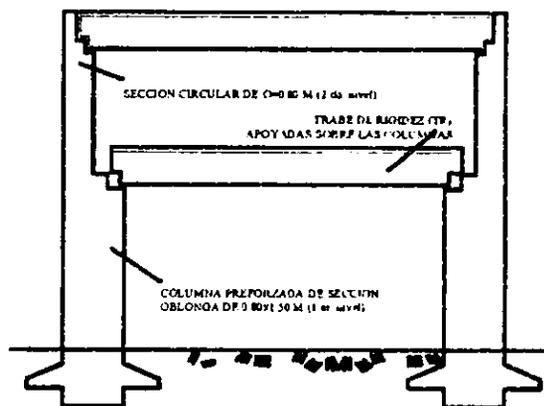


Fig. 3.14 Corte transversal de la zona de marcos del eje M1 al eje M43 (1er y 2do nivel)

En la dirección longitudinal se dispone de traveses prefabricados de concreto presforzado que forman marcos (apoyadas en los cabezales para las vialidades A, B, D y un tramo de la F). los peraltes de las traveses prefabricadas son de 0.65, 1.40 y 2.00 m (fig.3.15) En la zona de marcos también se dispone de traveses prefabricados de concreto presforzado y reforzado (apoyadas en las columnas y traveses de liga). (fig. 3.16), formando la zona de marcos (1er. y 2 do. nivel).

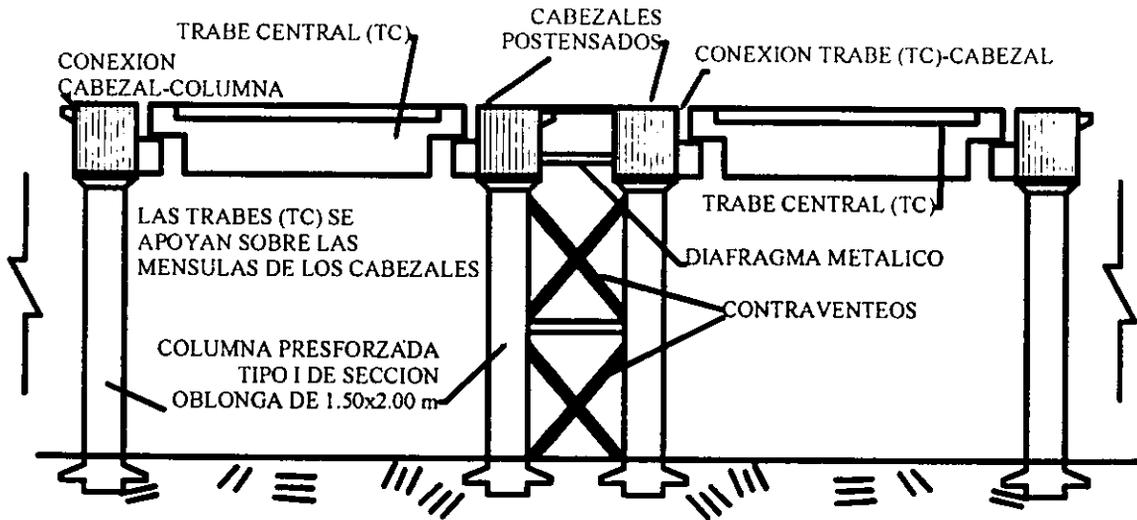


Fig. 3.15 Corte longitudinal 1er nivel

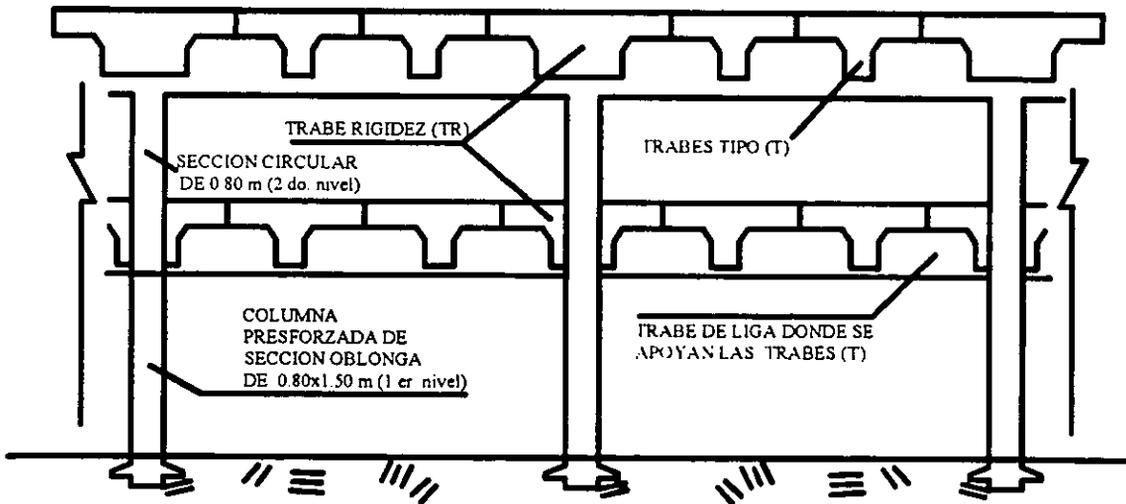


Fig. 3.16 Corte longitudinal de la zona de marcos del eje M1 al eje M43 (1er y 2do. Nivel)

Para las traveses presforzadas, se utilizó concreto con resistencia a la compresión $f'c = 400 \text{ kg/cm}^2$ y acero de presfuerzo 270 K con $F_{pu} = 19000 \text{ kg/cm}^2$ y con torones de 1.03 cm^2 de área. Para los cabezales postensados, se utilizó concreto con resistencia a la compresión $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ (excepto en 2 cabezales con $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$) y acero de presfuerzo 270 K y $F_{pu} = 19000 \text{ kg/cm}^2$ y torones de 1.03 cm^2 de área. El concreto que se utiliza para el firme de compresión de las traveses presforzadas tiene una resistencia a la compresión $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$. El esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo utilizado es $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

La superestructura se encuentra integrada principalmente por el (plano 03) "Despiece de cabezales postensados y traveses TC, TA, TCA y TB presforzadas (1er. y 2do. nivel) para las vialidades A, B, C, D, E, F y G".

Se contemplan 6 planos estructurales para la fabricación de traveses centrales (TC) con peralte de 1.40 y 2.00 m. Además se cuenta con un plano estructural para la fabricación de traveses (TB) con peralte de 0.65 m. Se tienen 3 planos estructurales para la fabricación de traveses de apoyo (TA) con peralte de 1.40 y 2.00 m y 4 traveses con transición de peraltes de 1.40 a 2.00 m, así como 2 planos estructurales para la fabricación de traveses centrales de apoyo (TCA) con peraltes de 1.40 y 2.00 m.

En la zona de marcos (1er. y 2do. nivel), se cuenta con el plano estructural "Despiece de traveses T y traveses TR en pista de rodamiento del eje M1 al eje M43 vialidad A y B". (fig.3.17).

Así como el plano estructural para la fabricación de traveses de rigidez (traveses TR1 a TR32) y el plano estructural para la fabricación de traveses T (traveses T1 a T66).

Con respecto a la superestructura integrada por 533 traveses prefabricados de concreto presforzado (con excepción de traveses TR), (figs. 3.18, 3.19, 3.20, 3.21, 3.22 y 3.23). Podemos decir que son elementos estructurales de concreto presforzado, aligerados mediante zonas huecas y su sección (longitud/peralte) varía de acuerdo al claro a salvar.

En la tabla 3.6 se presenta la distribución de traveses prefabricados por vialidad, por zona y por nivel.

DESPIECE DE CAJONES DE CIMENTACION (ZAPATAS) Y COLUMNAS (1 er. nivel)

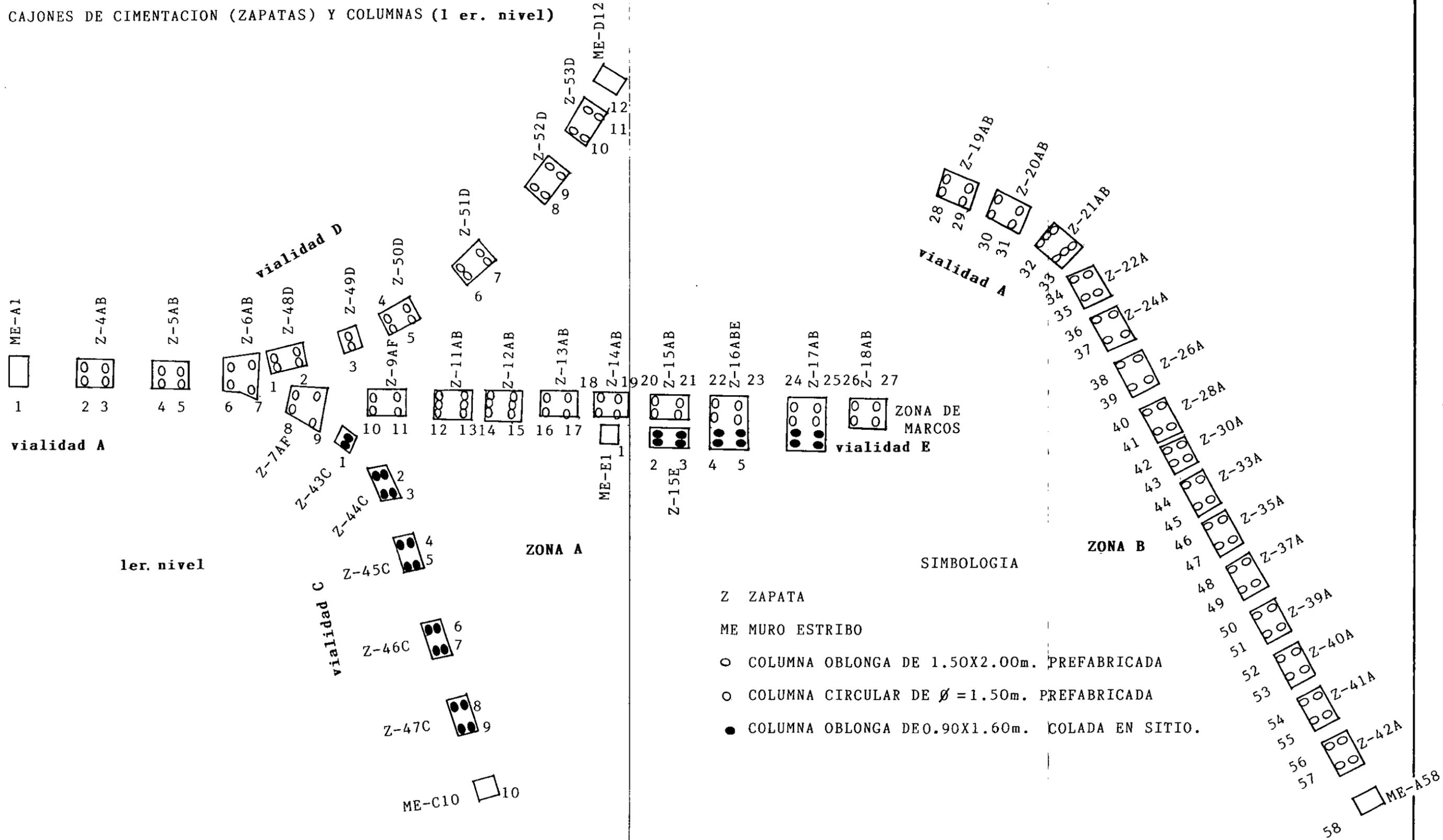


Fig. 3.8

DESPIECE DE CAJONES DE CIMENTACION (ZAPATAS) Y COLUMNAS (2 do. nivel)

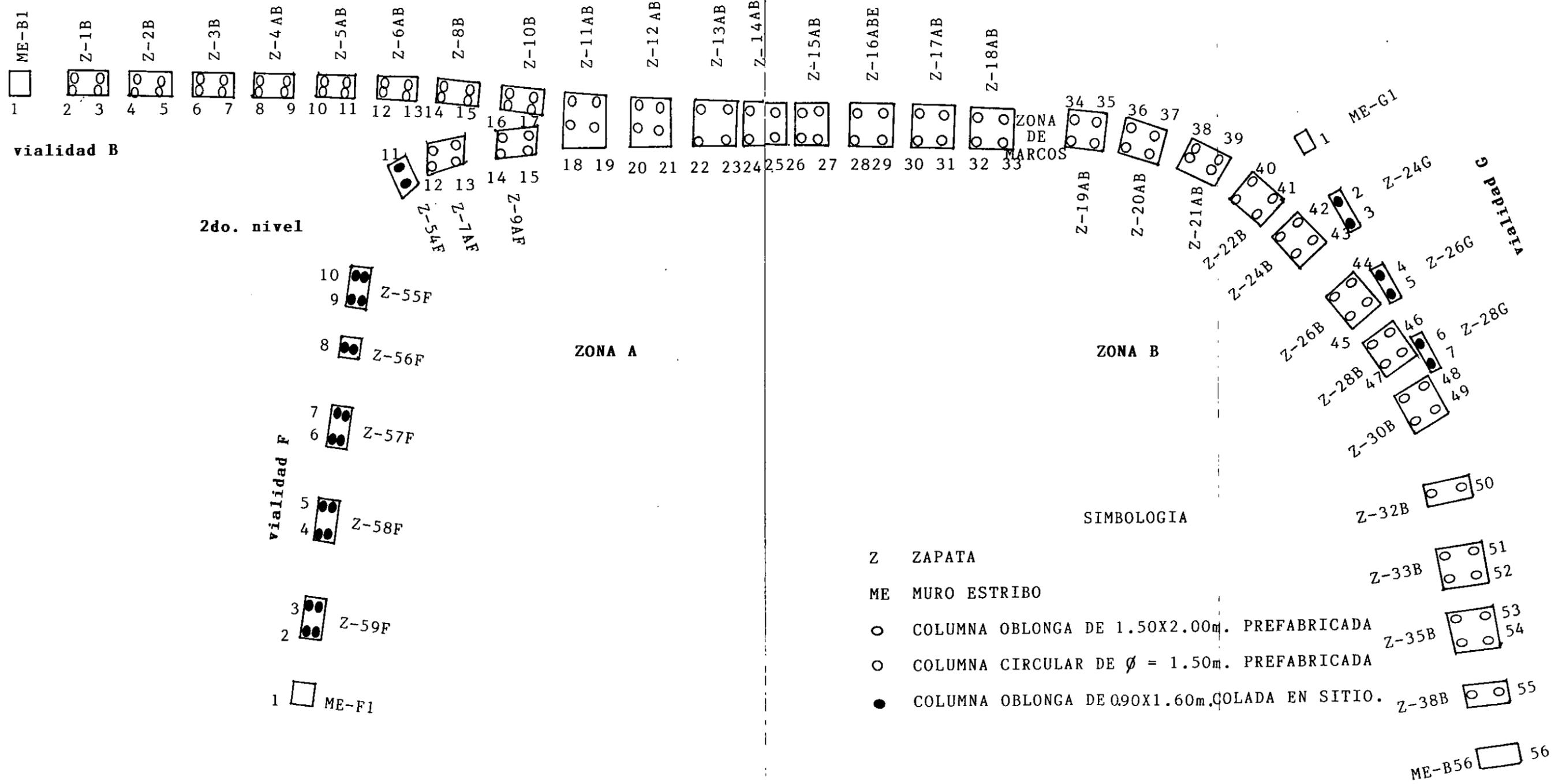


Fig.3.9

DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA

DESPIECE DE DADOS DE CIMENTACION Y COLUMNAS EN ZONA DE MARCOS

1er y 2do NIVEL DE EJE M1 A EJE M43.

SIMBOLOGIA

- DADO DE CIMENTACION DE 1.90X2.20m.
- || CONTRATRABE 1
- || CONTRATRABE 2
- COLUMNA OBLONGA DE 0.80X1.50m. PREFABRICADA
- COLUMNA CIRCULAR DE Ø= 0.80m. PREFABRICADA

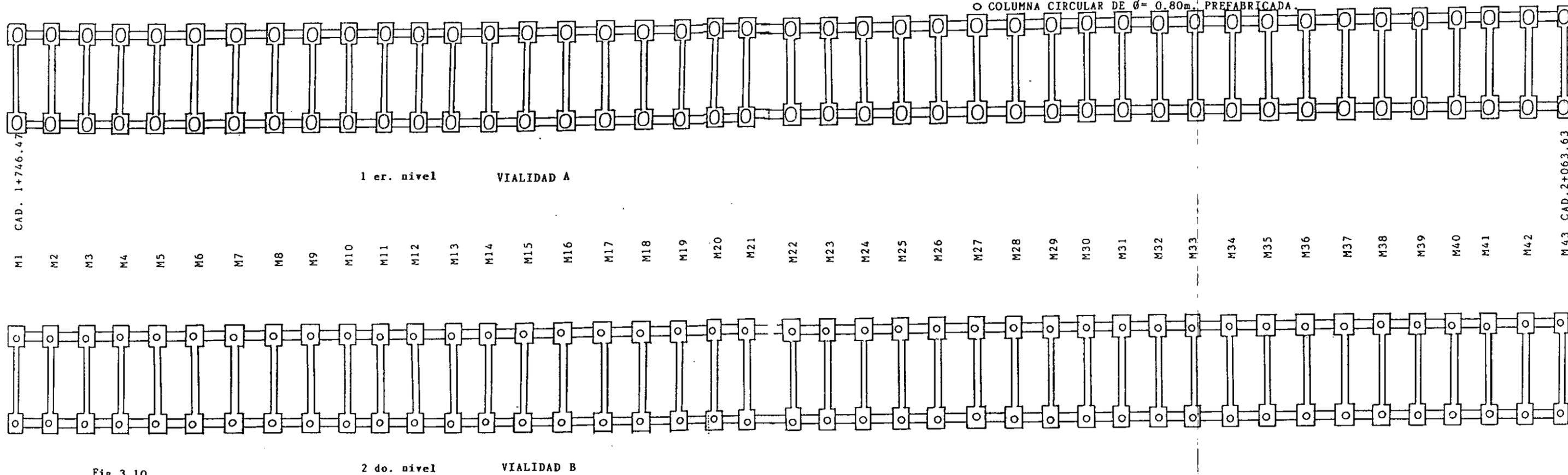


Fig.3.10

DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA

DESPIECE DE TRABES T Y TR EN ZONA DE MARCOS 1er y 2do NIVEL
DEL EJE M1 A EJE M43.

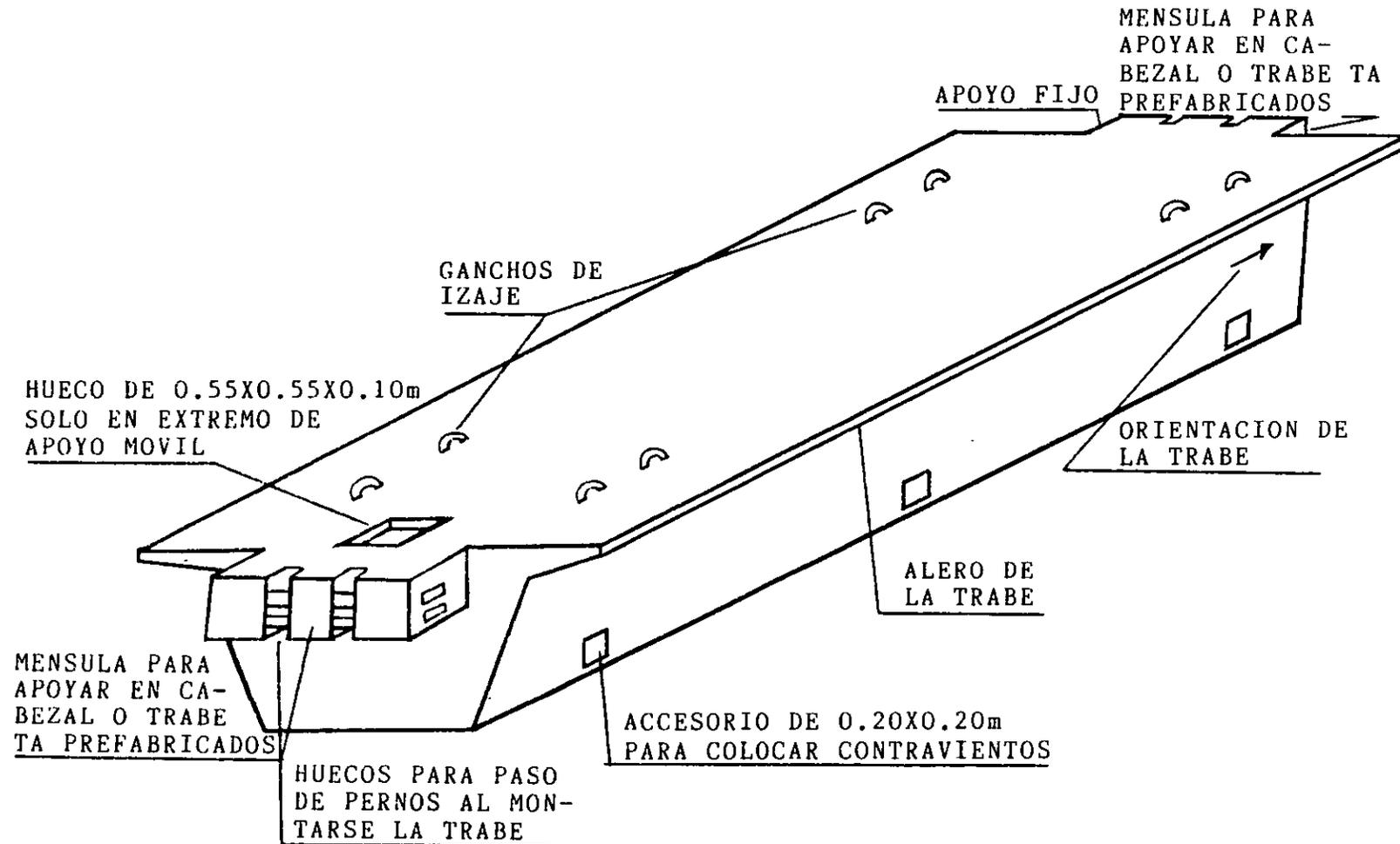
SIMBOLOGIA

t: trabe tipo t PREFABRICADA
tr: trabe de rigidez PREFABRICADA.

M1 CAD. 1+746.47	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30	M31	M32	M33	M34	M35	M36	M37	M38	M39	M40	M41	M42	M43 CAD. 2+063.63						
t-1	tr-1	t-2	t-3	tr-2	t-4	t-5	tr-3	t-6	t-7	tr-4	t-8	t-9	tr-5	t-10	t-11	tr-6	t-12	t-13	tr-7	t-14	t-15	tr-8	t-16	t-17	tr-9	t-18	t-19	tr-10	t-20	t-21	tr-11	t-22	t-23	tr-12	t-24	t-25	tr-13	t-26	t-27	tr-14	t-28	t-29	tr-15	t-30	t-31	tr-16	t-32	t-33
1er nivel																					VIALIDAD A																											
t-34	tr-17	t-35	t-36	tr-18	t-37	t-38	tr-19	t-39	t-40	tr-20	t-41	t-42	tr-21	t-43	t-44	tr-22	t-45	t-46	tr-23	t-47	t-48	tr-24	t-49	t-50	tr-25	t-51	t-52	tr-26	t-53	t-54	tr-27	t-55	t-56	tr-28	t-57	t-58	tr-29	t-59	t-60	tr-30	t-61	t-62	tr-31	t-63	t-64	tr-32	t-65	t-66
2do nivel																					VIALIDAD B																											

Fig. 3.17

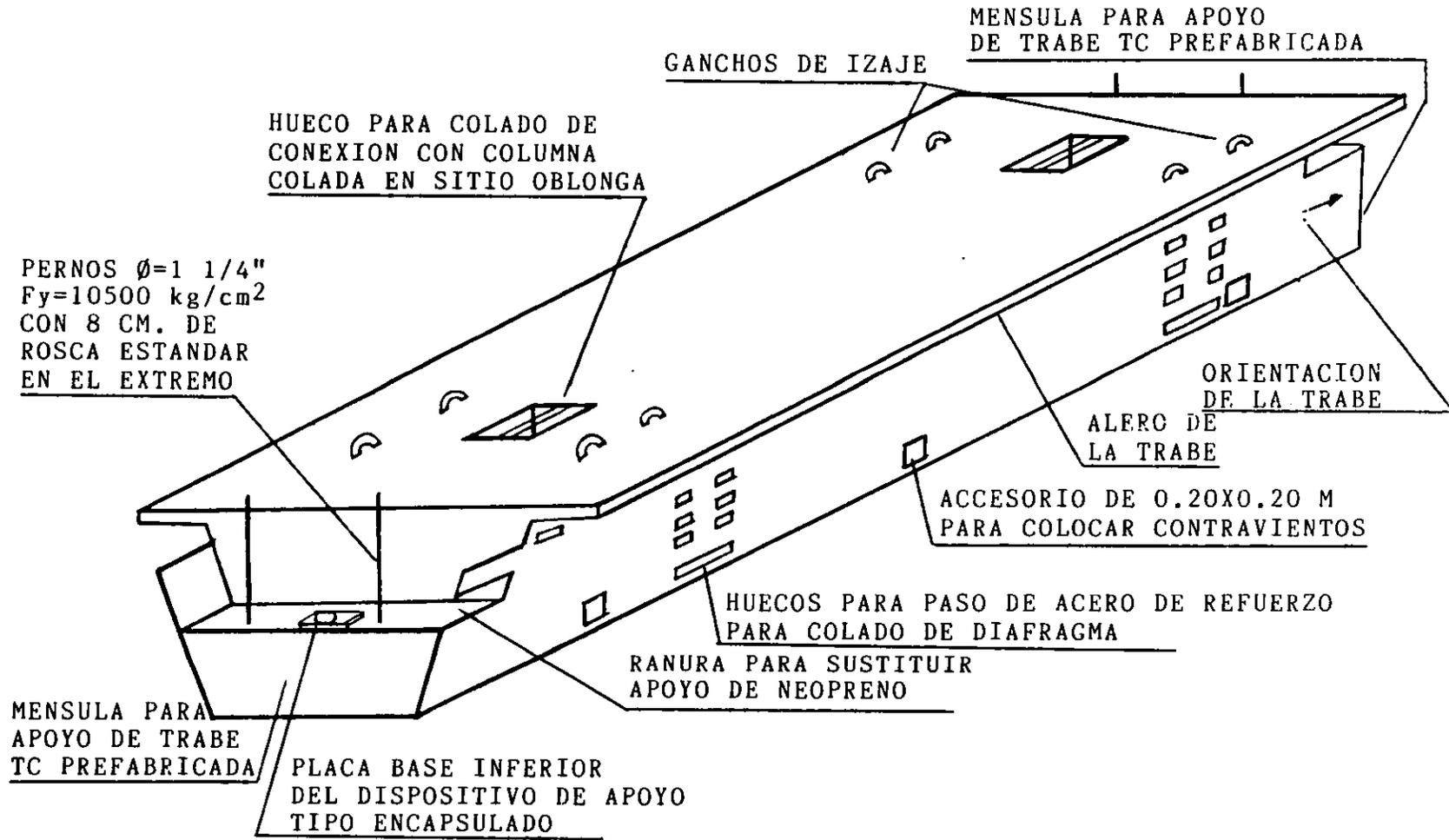
TRABE CENTRAL (TC) PRESFORZADA
CON PERALTES DE 1.40 Y 2.00 M.



ESPECIFICACIONES: CONCRETO $F_c=400 \text{ kg/cm}^2$
ACERO DE REFUERZO $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
ACERO DE PRESFUERZO: TORONES DE $\phi=1/2''$
 $F_{pu}=19000 \text{ kg/cm}^2$.

Fig. 3.18

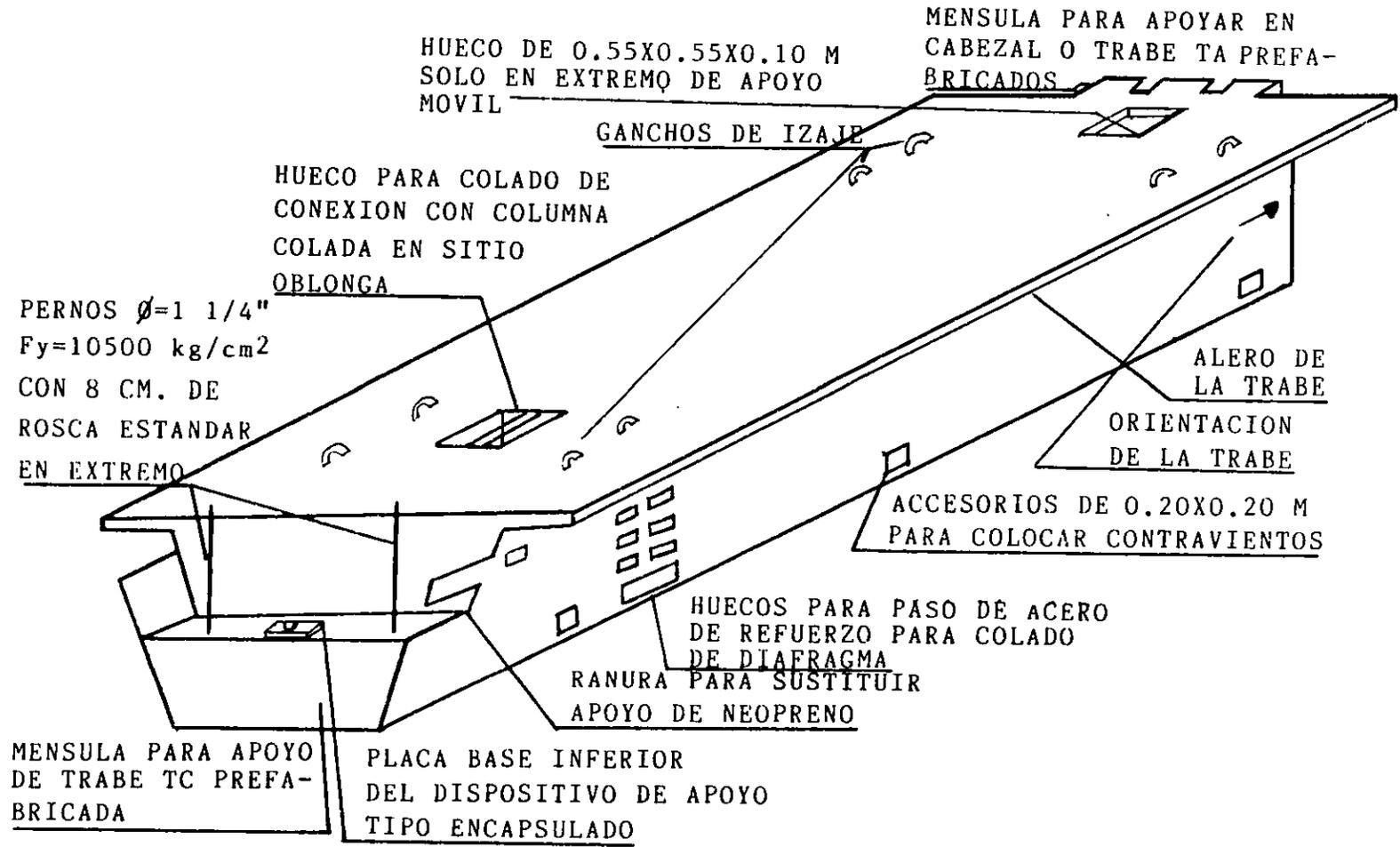
**TRABE DE APOYO (TA) PRESFORZADA
CON PERALTES DE 1.40 Y 2.00 M**



ESPECIFICACIONES: CONCRETO $F_c=400\text{ kg/cm}^2$
 ACERO DE REFUERZO $F_y=4200\text{ kg/cm}^2$
 ACERO DE PRESFUERZO: TORONES DE $\phi=1/2"$, $F_{pu}=19000\text{ kg/cm}^2$.

Fig. 3.19

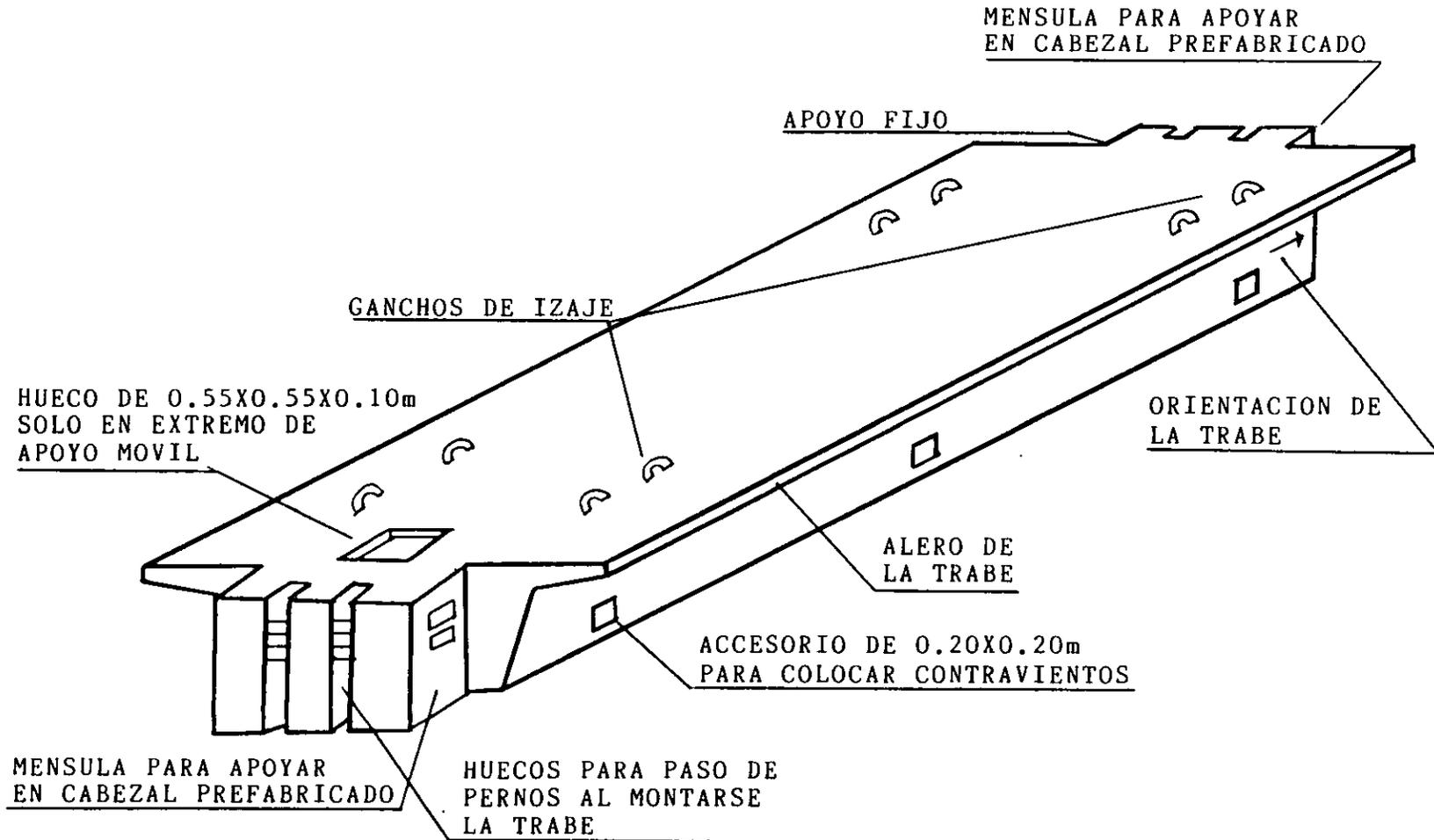
TRABE CENTRAL DE APOYO (TCA) PRESFORZADA
CON PERALTES DE 1.40 Y 2.00 M



ESPECIFICACIONES: CONCRETO $F_c=400\text{ kg/cm}^2$
ACERO DE REFUERZO $F_y=4200\text{ kg/cm}^2$
ACERO DE PRESFUERZO: TORONES DE $\phi=1/2"$,
 $F_{pu}=19000\text{ kg/cm}^2$.

Fig.3.20

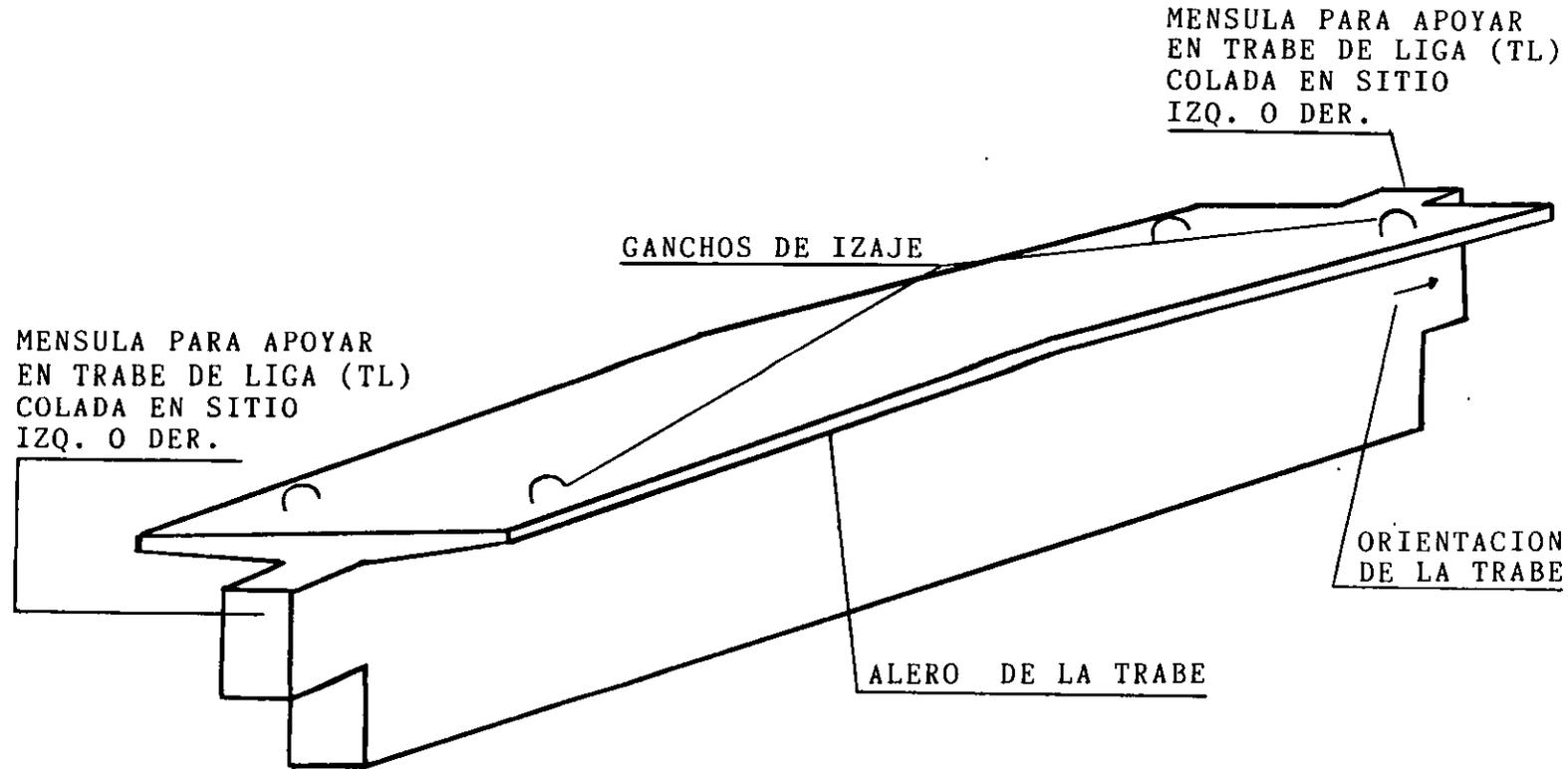
TRABE (TB) PRESFORZADA
CON PERALTE DE 0.65 M.



ESPECIFICACIONES: CONCRETO $F_c=400 \text{ kg/cm}^2$
ACERO DE REFUERZO $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
ACERO DE PRESFUERZO: TORONES DE $\phi=1/2''$
 $F_{pu}=1900 \text{ kg/cm}^2$.

Fig. 3. 21

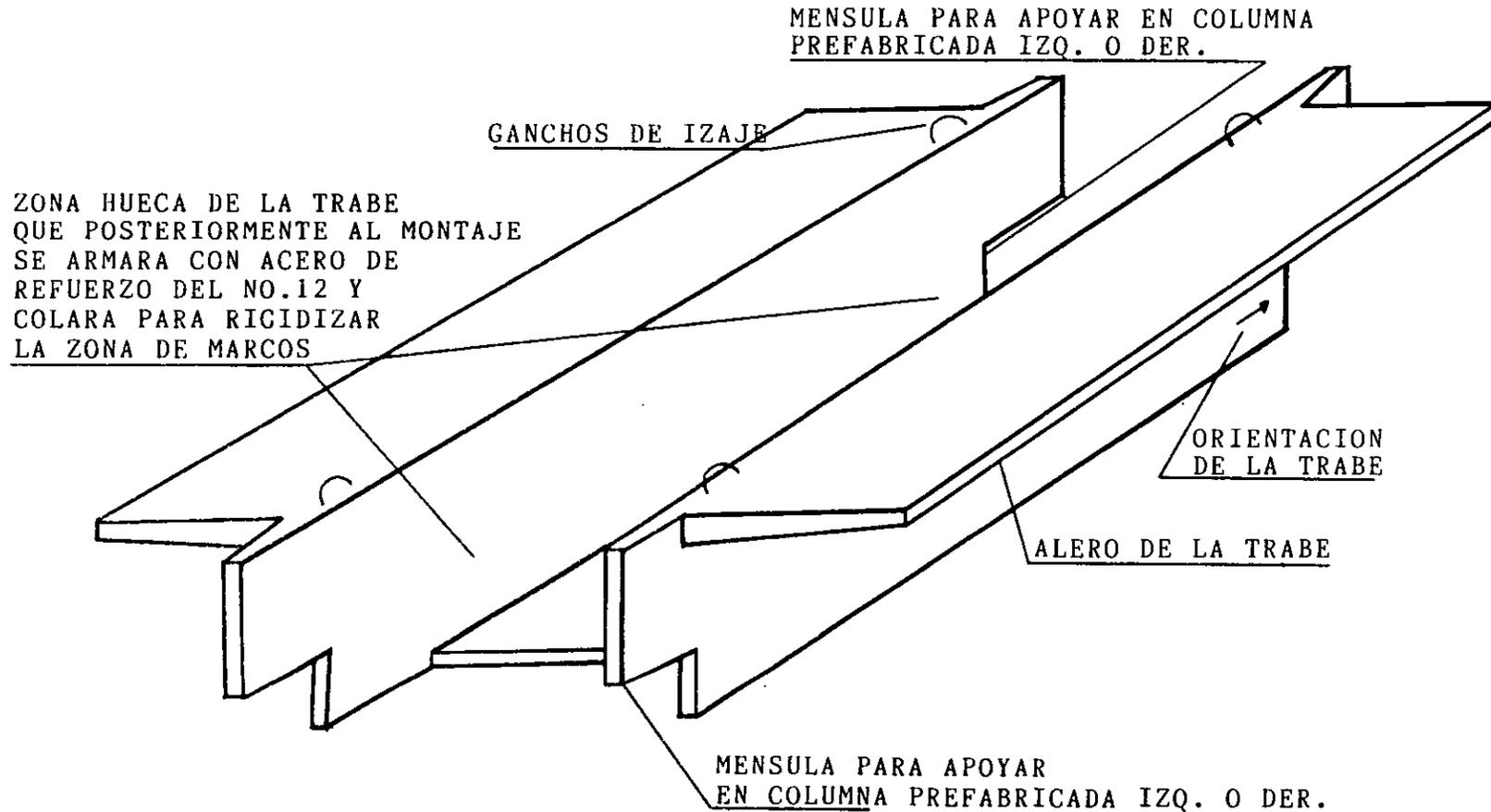
TRABE TIPO (T) PRESFORZADA
PARA ZONA DE MARCOS
DEL EJE M1 AL EJE M43



ESPECIFICACIONES: CONCRETO $F_c=400 \text{ kg/cm}^2$
ACERO DE REFUERZO $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
ACERO DE PRESFUERZO: TORONES DE $\phi=1/2''$
 $F_{pu}=19000 \text{ kg/cm}^2$.

Fig. 3.22

TRABE DE RIGIDEZ (TR) REFORZADA
PARA ZONA DE MARCOS
DEL EJE M1 AL EJE M43



ESPECIFICACIONES: CONCRETO $F_c=400 \text{ kg/cm}^2$
ACERO DE REFUERZO $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.

Fig. 3.23

tipo de trabe	vialidad	zona A	zona B	1 er. nivel	2 do. nivel	No. De trabes
TC	A	45	47	SI	NO	92
TC	B	53	34	NO	SI	87
TC	C	10	0	SI	NO	10
TC	D	21	0	SI	NO	21
TC	E	8	0	SI	NO	8
TC	F	14	0	NO	SI	14
TC	G	0	4	NO	SI	4
TA	C	8	0	SI	NO	8
TA	E	4	0	SI	NO	4
TA	F	8	0	NO	SI	8
TA	G	0	3	NO	SI	3
TCA	C	2	0	SI	NO	2
TCA	F	4	0	NO	SI	4
TB	B	0	10	NO	SI	10
T	A	0	86	SI	NO	86
T	B	0	86	NO	SI	86
TR	A	0	43	SI	NO	43
TR	B	0	43	NO	SI	43

177

356

TOTAL: 533

TRABES PREFABRICADAS

TABLA 3.6 Distribución de trabes prefabricadas por vialidad, zona y nivel.

En las tablas 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12 y 3.13 presentamos la composición de las superestructuras por vialidades del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA.

La superestructura de la vialidad A (1 er. nivel) esta compuesta:

tipo de trabe	No de trabes
TC	92
T	86
TR	43

TOTAL: 221 TRABES PREFABRICADAS

TABLA 3.7 Superestructura de la vialidad A.

La superestructura de la vialidad B (2 do. nivel) esta compuesta:

tipo de trabe	No. de trabes
TC	87
TB	10
T	86
TR	43

TOTAL: 226 TRABES PREFABRICADAS

TABLA 3.8 Superestructura de la vialidad B.

La superestructura de la vialidad C (1 er. nivel) esta compuesta:

tipo de trabe	No de trabes
TC	10
TA	8
TCA	2

TOTAL: 20 TRABES PREFABRICADAS

TABLA 3.9 Superestructura de la vialidad C.

La superestructura de la vialidad D (1 er. nivel) esta compuesta:

tipo de trabe	No de trabes
TC	21

TC 21 TOTAL: 21 TRABES PREFABRICADAS

TABLA 3.10 Superestructura de la vialidad D.

La superestructura de la vialidad E (1 er. nivel) esta compuesta:

tipo de trabe	No de trabes
TC	8
TA	4

TOTAL: 12 TRABES PREFABRICADAS

TABLA 3.11 Superestructura de la vialidad E.

La superestructura de la vialidad F (2 do. nivel) esta compuesta:

tipo de trabe	No de trabes
TC	14
TA	8
TCA	4

TOTAL: 26 TRABES PREFABRICADAS

TABLA 3.12 Superestructura de la vialidad F.

La superestructura de la vialidad G (2 do. nivel) esta compuesta:

tipo de trabe	No de trabes
TC	4
TA	3

TOTAL: 7 TRABES PREFABRICADAS.

TABLA 3.13 Superestructura de la vialidad G.

Los planos estructurales "Despiece de cabezales postensados y trabes TC, TA, TCA y TB presforzadas (1 er. y 2 do. nivel) para las vialidades A,B,C,D,E,F,y G". Nos hace referencia al sentido de orientación que tendrán las trabes para su montaje, así como el tipo de trabe y el apoyo en su extremo ya sea fijo o móvil.

Los elementos prefabricados del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA fueron fabricados por 5 empresas especialistas en prefabricados, mediante licitación publica nacional, con un tiempo de ejecución para la fabricación de septiembre de 1997 a diciembre de 1998.

Para concluir este capitulo presentamos en la tabla 3.14 el resumen de elementos prefabricados para el DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA.

ELEMENTO PREFABRICADO	No. DE ELEMENTOS
PILOTES REFORZADOS	5194
COLUMNAS PRESFORZADAS	290
CABEZALES POSTENSADOS	125
TRABES TIPO (TC) PRESFORZADAS	236
TRABES TIPO (TA) PRESFORZADAS	23
TRABES TIPO (TCA) PRESFORZADAS	6
TRABES TIPO (TB) PRESFORZADAS	10
TRABES TIPO (T) PRESFORZADAS	172
TRABES DE RIGIDEZ (TR) REFORZADAS	86

TOTAL: 6142 ELEMENTOS PREFABRICADOS

TABLA 3.14 Resumen de elementos prefabricados para el DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA.

CAPITULO IV
PROCESO CONSTRUCTIVO
DE ELEMENTOS
PREFABRICADOS.

CAPITULO IV

PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

- IV.1 Proceso constructivo de fabricación de pilotes de punta
 - IV.1.1 Proceso de perforación previa para hincado de pilotes de punta
 - IV.1.2 Proceso de hincado de pilotes de punta
- IV.2 Proceso constructivo de cajones de cimentación (zapatas)
- IV.3 Proceso constructivo de fabricación de columnas presforzadas
- IV.4 Proceso constructivo de fabricación de cabezales postensados
 - IV.4.1 Proceso para el postensado de cabezales en obra
- IV.5 Proceso constructivo de fabricación de traveses centrales (TC)
presforzadas
 - IV.5.1 Proceso para el curado a vapor de traveses (TC).

IV.1 PROCESO CONSTRUCTIVO DE FABRICACIÓN DE PILOTES DE PUNTA

ESPECIFICACIONES: Concreto $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Los pilotes de punta se fabricaran de concreto reforzado, los cuales cumplirán con las dimensiones y armados que se muestran en el plano "Pilotes de concreto de sección 40X40 cm" correspondiente. Se fabricaran 5 tipos diferentes de pilotes (tipo I, tipo II, tipo III, tipo IV para zona de marcos y tipo AB), donde la única diferencia entre uno y otro tipo es la longitud que tendrán. En total, como ya se menciona en el capítulo III se fabricaran 5194 pilotes de punta de sección 40X40 cm. La diferencia en las dimensiones de la sección transversal de los pilotes fabricados con respecto a las indicadas en los planos, no será mayor de 1.00 cm.

Para la fabricación de los pilotes fue necesario contar con una área lo suficientemente grande en la planta de prefabricados por la cantidad de elementos a fabricar y almacenar.

La planta conto con 8 mesas de trabajo de concreto armado con una $f'c=300$ kg/cm² de 5.20 m de ancho por 29.50 m de largo y un espesor de 35 cm.

El proceso constructivo básico para la fabricación de pilotes de punta es el que a continuación se enumera:

1. Se construye una plataforma de concreto armado, la cual tendrá como finalidad el colado y alojamiento de los pilotes.
2. Posteriormente con una cuadrilla de topógrafos se traza la sección del pilote en la plataforma para definir el número de pilotes que se fabricaran en la misma.
3. Una vez que se tiene habilitado el acero de refuerzo longitudinal y transversal, se precede al armado del pilote en bancos de trabajo, el cual se hará en 2 tramos, ya que este es difícil de maniobrar en una sola pieza de 29.50 m el mas largo, por las características que este presenta (peso y longitud).

En uno de los extremos de cada tramo de pilote se colocara un accesorio de placa de 3/4" de espesor con la finalidad de unir ambos tramos (utilizando soldadura en el perímetro de las placas). Con esta unión se logra la longitud de proyecto requerido, además de facilitar las maniobras que se realizan con este. El acero de refuerzo deberá colocarse en la posición indicada cumpliendo estrictamente con los recubrimientos, diámetros de varillas, separación etc. y deberá estar asegurado para evitar desplazamientos durante el colado. Se utilizaran silletas de varilla, bloques de concreto (pollos), separadores etc. para garantizar la posición correcta del acero de refuerzo. (fotos 1,2 y 3).

4. Colocación de armado en plataforma: Una vez que se tiene determinado el número de pilotes que se colocaran en la plataforma, se precede al acarreo y acomodo de ellos. Dicho acomodo se hará en forma intercalada es decir, uno si y otro no con la finalidad de minimizar el cimbrado. Ya que se ha colado el primer grupo de pilotes y descimbrado sus caras laterales, estos sirven de cimbra a los intermedios los cuales quedaran separados con polietileno o en su defecto se aplica cebo a las caras laterales de los pilotes. El cebo tendrá la misma finalidad que el polietileno no permitir la adherencia entre el pilote existente y el que se va a colar. (fotos 4,5,6 y 7).
5. Colado de pilotes: Este se llevara a cabo una vez que se verifique el armado de los pilotes y se encuentre en posición horizontal, y este debidamente calzado para garantizar el recubrimiento especificado. El colado de los pilotes se hará por medios manuales o mecánicos, empleando canalones, los cuales deben desplazar el concreto en forma uniforme y eficiente. Evitando durante este proceso la segregación. los canalones tendrán un ángulo de inclinación que facilite la colocación del concreto a lo largo de la sección estructural del pilote. El concreto deberá vibrarse y picarse con varillas y vibradores especiales con el objeto de permitir la salida del aire y lograr así un colado compacto, si se presentan oquedades que pongan en peligro la resistencia estructural del pilote, este será rechazado por la supervisión y su costo será imputable a la contratista. (foto 8).
6. Descimbrado y curado de pilotes: Una vez que han transcurrido 24 horas y se tiene un fraguado final se procede a la fase de descimbrado de los pilotes (75% de su resistencia de proyecto). En dicha fase se limpia y repara la cimbra para posteriormente reutilizarla, ya concluida esta actividad se procede al curado del pilote. Cada uno de los pilotes colados deberá curarse, manteniéndose húmedo por espacio de 7 días, el método de curado será propuesto por el contratista y estará sujeto a una aprobación por parte de la supervisión.

Normalmente el curado se hace aplicando agua a los elementos estructurales por un tiempo indicado o en su defecto empleando membranas de curado (curacreto), cuando se manejan volúmenes considerables. Este se aplica en la sección estructural por medio de rodillos o aspersores. los procesos anteriormente citados se realizan hasta tener estibados 4 camas de pilotes como máxima. (foto 9).

Antes de retirar los pilotes de la plataforma, deben enumerarse por tipo y número consecutivo con la finalidad de llevar un control de pilotes fabricados contra los requeridos, además de identificarlos durante el proceso de su hincado. (foto 10).

7. Manejo de pilotes: El manejo de pilotes durante el proceso de remoción de descimbrado, almacenamiento y transporte a la obra, se hará en forma tal que se eviten esfuerzos de flexión excesivos, rupturas etc. Todos los pilotes que durante el manejo sufran agrietamientos hasta el punto de indicar su refuerzo, serán rechazados por la supervisión y su reposición será por cuenta absoluta de la contratista. Cabe mencionar que los pilotes no podrán maniobrase antes de 14 días después de colados, es decir hasta que estos alcancen un 75 % de su resistencia establecida por proyecto de $f'c=187.5 \text{ kg/cm}^2$. (foto 11 y 12).



Foto No. 1 Area para el habilitado del acero de refuerzo, utilizado en la fabricación de pilotes



Foto No. 2 Habilitado de placa de $\frac{3}{4}$ " de espesor de 40 x 40 cm para el accesorio de pilotes. (utilizado para unir los tramos de pilote).

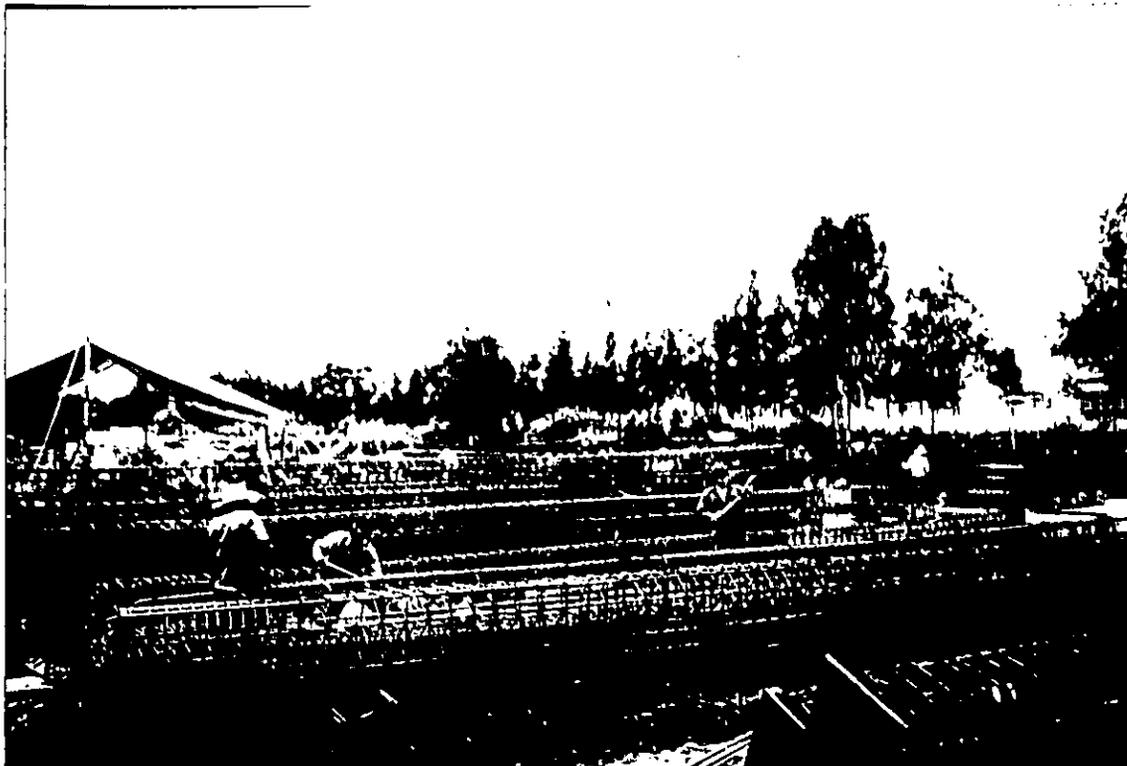


Foto No. 3 Armado de los pilotes de punta.

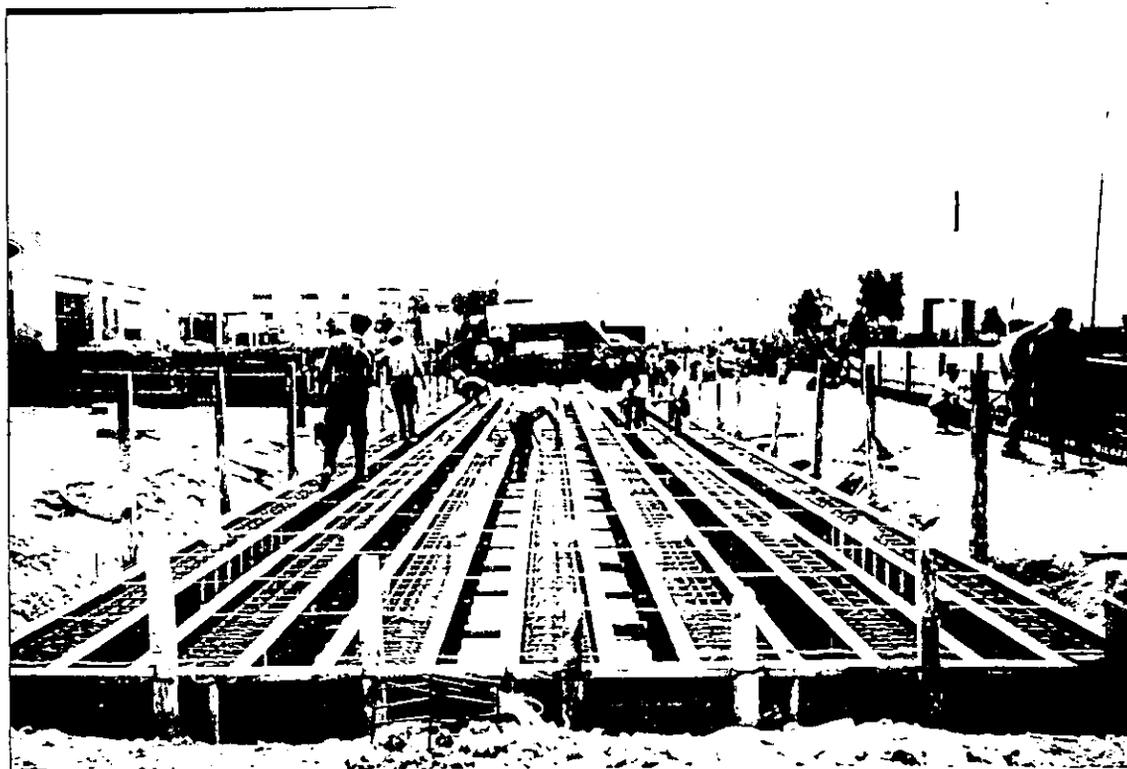


Foto No.4 Colocación de armado de refuerzo de los pilotes en las plataformas.



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

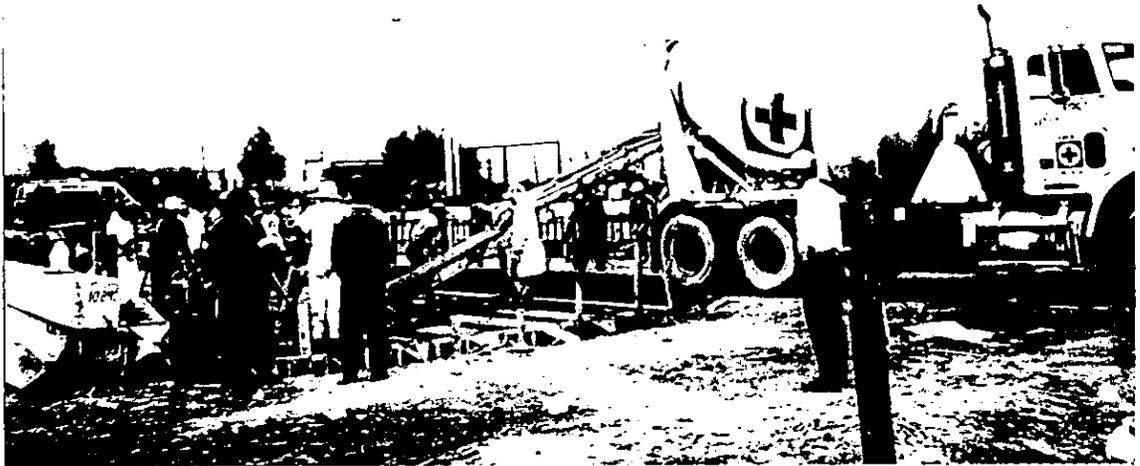


Foto No. 5 Colado de los pilotes, utilizando ollas revolvedoras.

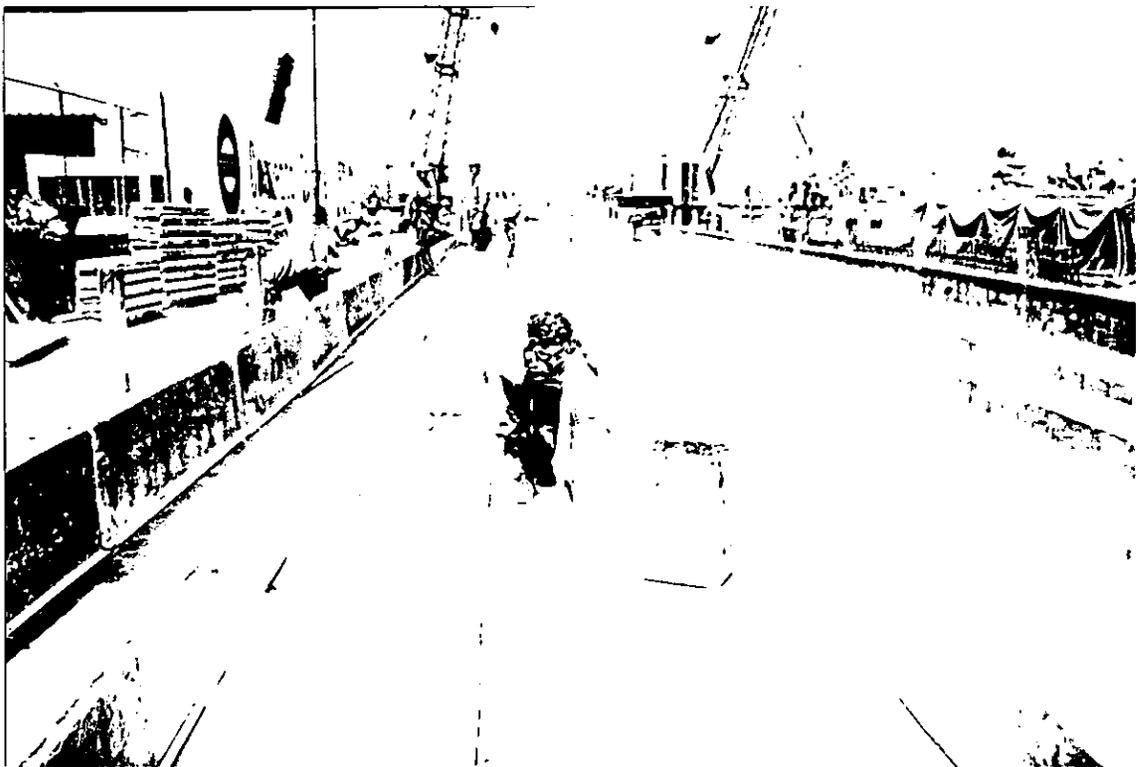


Foto No.6 Descimbrado de los pilotes intercalados.



Foto No. 7 Colocación del armado de refuerzo, utilizando como cimbra los pilotes anteriormente colados.



Foto No.8 Pilotes rechazados por la supervisión por no cumplir con las especificaciones la calidad requeridas.



Foto No. 9 Estiba de pilotes en la planta de prefabricados con 4 camas como máximo.

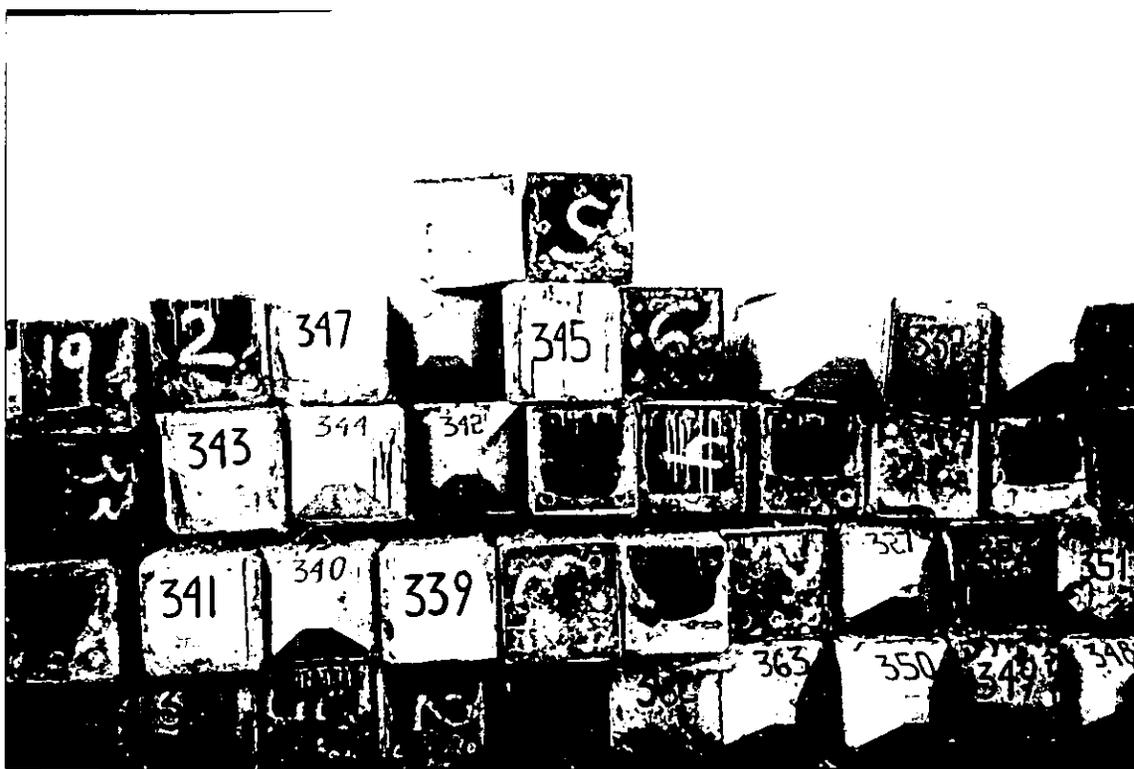


Foto No.10 Pilotes marcados por tipo y consecutivo para su control durante el proceso de hincado.

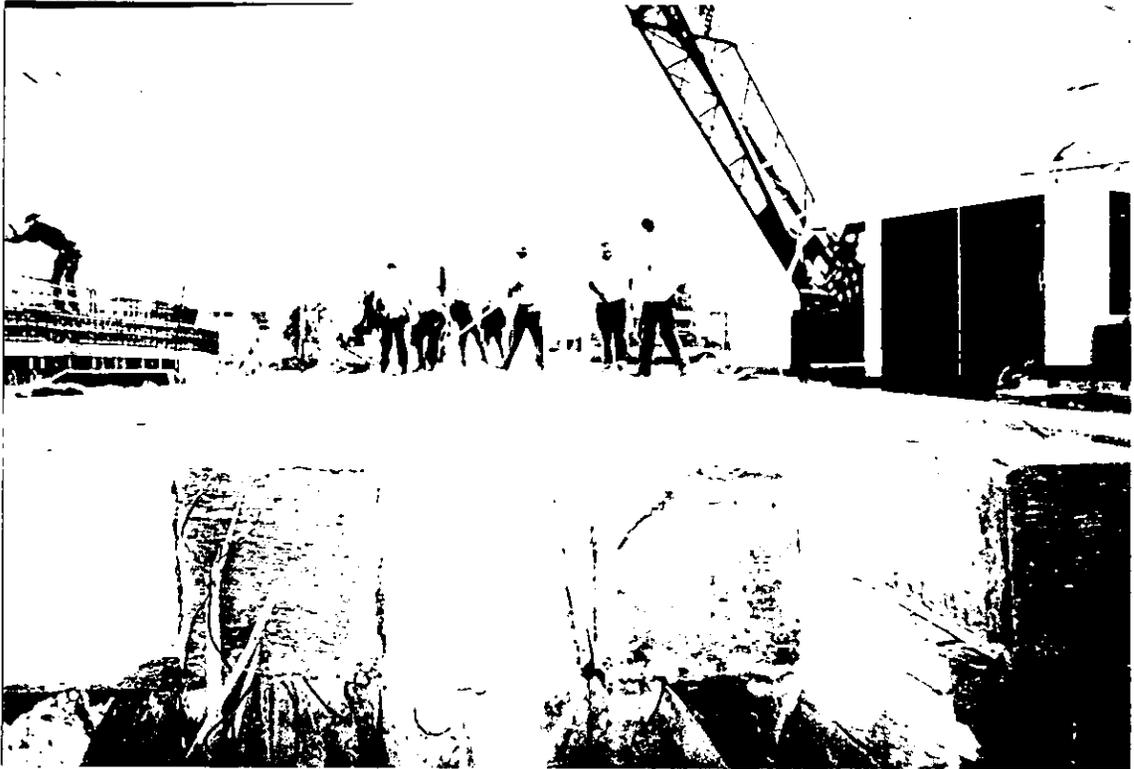


Foto No. 11 Maniobras para el desalajo de los pilotes de las plataformas de colado, utilizando grúa.

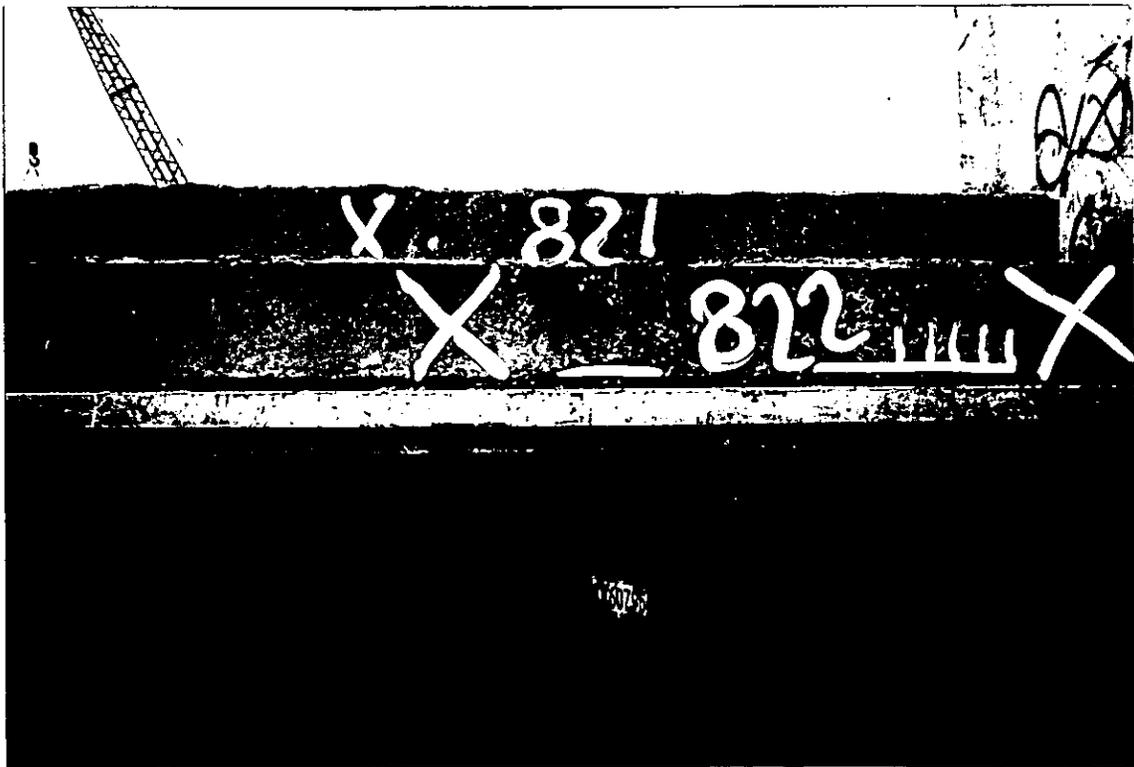


Foto No.12 Transporte de pilotes de la planta de fabricación la obra por medio de tractocamión con plataforma.

IV.1.1 PROCESO DE PERFORACIÓN PREVIA PARA HINCADO DE PILOTES DE PUNTA

Con objeto de guiar y facilitar el hincado de los pilotes, además de evitar movimientos excesivos en la masa del suelo adyacente. A continuación detallaremos el proceso a seguir para la perforación previa del hincado de los pilotes de punta:

1. Deberá determinarse con exactitud y de acuerdo con los planos de construcción la ubicación de los puntos donde se hincaran los pilotes (misma perforación), se indicaran mediante estacas o varillas, según las características del terreno. Antes de iniciar la perforación se verificara la posición del pilote y el cajón de cimentación (zapata), los cuales no variaran en mas de 2 cm con respecto a la de proyecto.
2. El equipo deberá tener la capacidad suficiente para el hincado de los pilotes y la herramienta tendrá que ser la adecuada para realizar una perforación cuya área sea el 80 % del área transversal del pilote de modo que la perforación quede inscrita en la sección del pilote, con una tolerancia de 2.5cm (fig. 4.1) (foto 13)

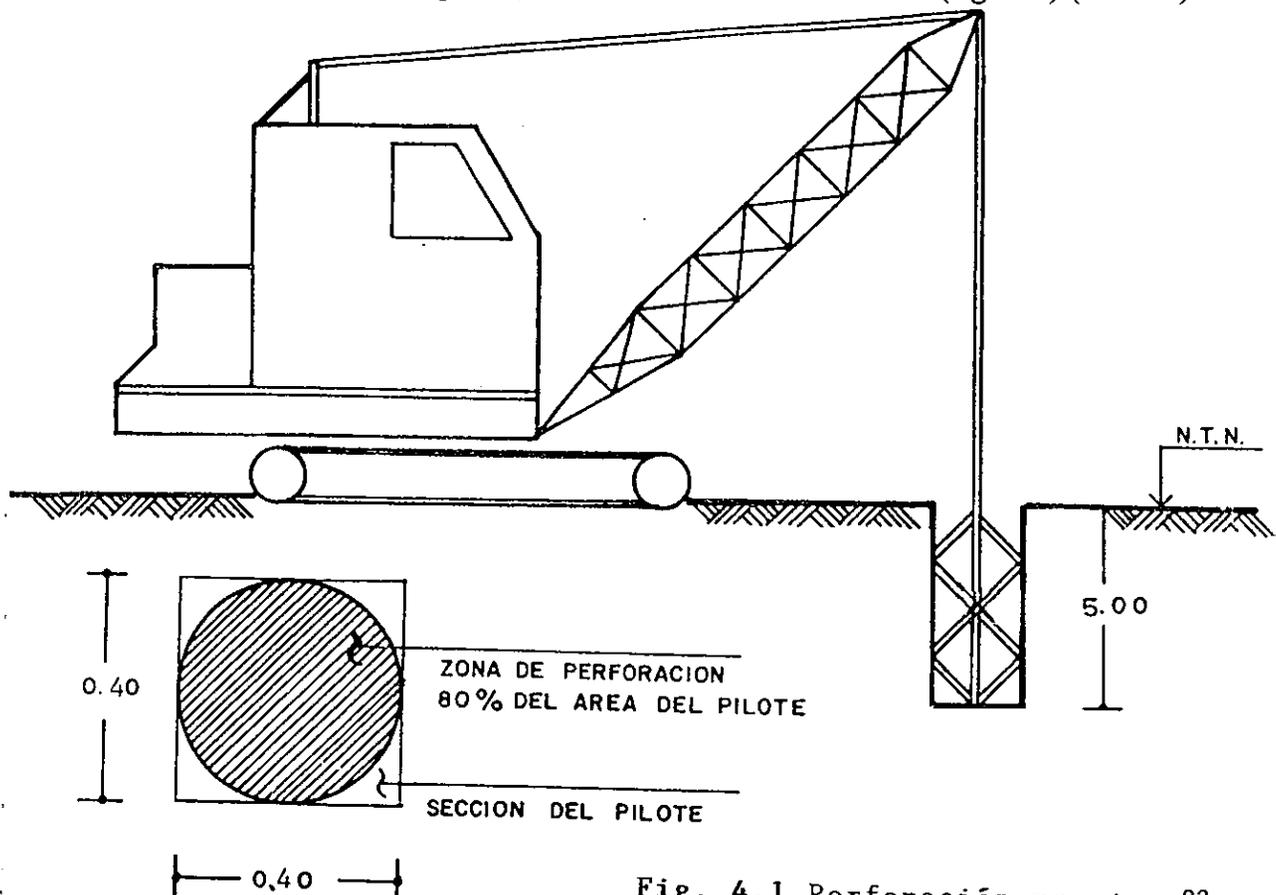


Fig. 4.1 Perforación previa 83



Foto No. 13 Equipo utilizado para la perforación para el hincado de pilotes de sección 40 x 40 cm.

3- Durante la perforación deberá verificarse la verticalidad de esta, además de conservar las dimensiones de proyecto en toda su profundidad (fig. 4.2)

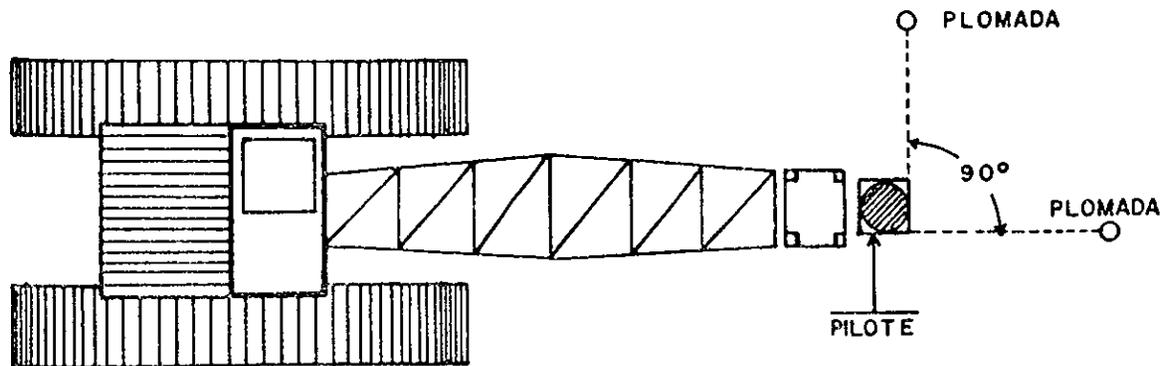


Fig. 4.2 CONTROL DE VERTICALIDAD DURANTE EL HINCADO DE PILOTES

4.- La perforación guía se llevara hasta una profundidad de 5.00m en todos los pilotes, con extracción del material en aquellos pilotes que queden a una distancia menor de 4.00 m de cualquier instalación hidráulica adyacente (incluyendo el interceptor profundo), se prolongara la perforación hasta 1.00 m por debajo del lecho inferior de estos, pudiendo realizarse la perforación sin extracción si no por simple remoldeo del material.

5- El tiempo máximo admisible entre la perforación y el hincado será de 36 horas.

IV.1.2 PROCESO DE HINCADO DE PILOTES DE PUNTA

La instalación de los pilotes de concreto armado deberá 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 deberán ocasionarse

daños a las estructuras e instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamiento vertical y horizontal del suelo.

Una vez que se tienen localizados los cajones de cimentación (zapatas) y muros estribo, se hará una inspección visual de la zona ya que en algunos casos se tendrá que realizar un mejoramiento del terreno de acuerdo a las características que este presente al someterlo a carga con el equipo de hincado de pilotes (grúa y accesorios para hincado).

Es importante remarcar que el hincado de pilotes se realizara de acuerdo a como el proceso constructivo del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA lo permita, es decir no se efectuara necesariamente en el sentido del cadenamiento.

Por tal motivo se trazara el cajón de cimentación o muro estribo por pilotear el cual será la referencia para ubicar cada uno de los pilotes que intervendrán en el.

Ya que se tiene trazado el cajón de cimentación o muro estribo se realizaran en forma intercalada las actividades de perforación e hincado de pilotes, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Deberán considerarse las diferentes longitudes de trabajo de los pilotes como consecuencia de la geometría del cajón de cimentación.
2. Todos los pilotes deberán estar limpios y su cabeza será perpendicular al eje del mismo.
3. No deberán hincarse aquellos pilotes que presenten agrietamientos o fisuras, los cuales pongan en riesgo el aspecto estructural del pilote.
4. Una vez que los pilotes hayan sido aceptados por la supervisión, es conveniente que se coloquen marcas para así llevar un registro del numero de golpes

necesarios por cada decímetro en el tramo hincado. Dichas marcas se harán con colores visibles y de buen tamaño (fig. 4.3).

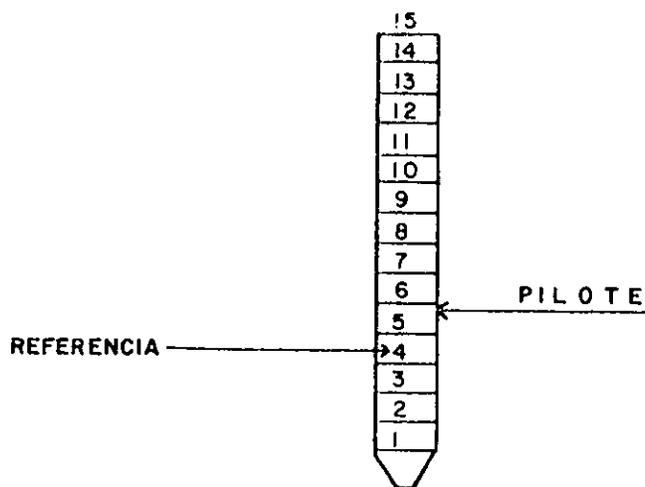


Fig. 4.3 REFERENCIAS EN PILOTE

5. Una vez que los pilotes hayan alcanzado por lo menos el 75% de su resistencia de proyecto, se procede al manejo e izaje de pilotes mediante estrobos y se colocaran en la perforación previa (foto 14). Dichas maniobras se pueden realizar por medio de una grúa de tal manera que coloque los pilotes en puntos estratégicos que permitan al equipo de hincado hacer solamente el izaje sin ninguna maniobra adicional y posteriormente los hinque.
6. El pilote así como la resbaladera del martillo se colocarán en forma vertical, en caso contrario deberá corregirse la posición de la grúa hasta lograrlo. Para alcanzar la verticalidad del pilote pueden emplearse 2 plomadas de referencia, colocadas en líneas a 90° , teniendo como vértice el pilote (fig. 4.2) o bien otro método que garantice dicha verticalidad, orientando siempre las caras del pilote

de tal forma que sean paralelas a las de las contratraves. Cabe señalar que este método es el más usual debido a su bajo costo y eficiencia.

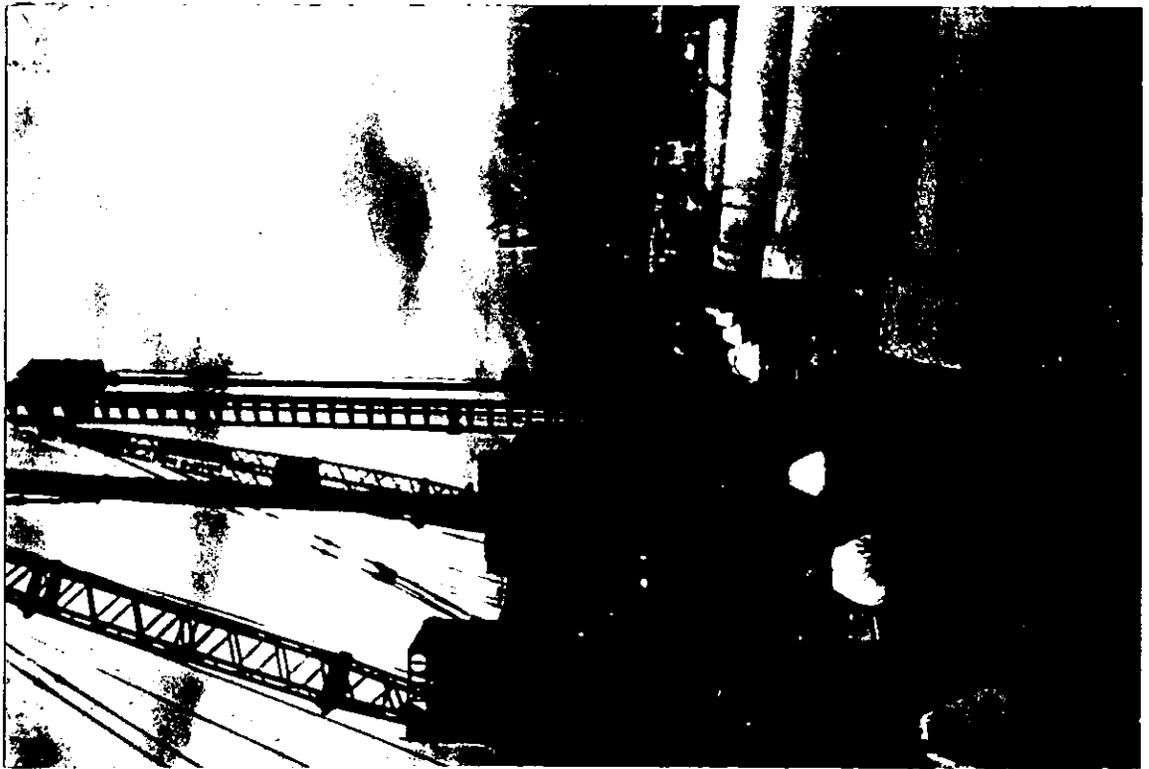
7. La cabeza del pilote deberá acoplarse perfectamente al gorro del martillo piloteador, el cuál tendrá una sufridera a base de material plástico o su similar, en la parte de contacto con el pilote se colocará un colchón de madera, el cuál tendrá como función evitar que se dañe el pilote. Cabe señalar que el equipo de hincado también cuente con un juego de estobos, que se fijan al pilote por medio de perros (mordazas de presión), que tienen como función controlar la entrada del pilote al subsuelo ya que si no contara con estos accesorios al hincar el pilote, este se perdería en el subsuelo.
8. Deberá utilizarse para el hincado un martillo pesado de velocidad de impacto baja (carrera corta). El peso del pistón móvil no debe ser menor a 0.3 veces el peso del pilote y la energía del martillo será superior a 0.3 kg/m por cada kg de peso del pilote. En caso de que el peso del pistón sea demasiado grande con relación al del pilote, deberá regularse la energía para no dañarse el pilote. La altura de caída se mantendrá del orden de 0.75 a 1.00 m. La velocidad del pistón o la carrera se reducirá al principio del hincado, cuando se encuentre en la zona alterada de la perforación, además de realizarse con sumo cuidado para minimizar los esfuerzos de tensión en el pilote. (foto 15).
9. Los pilotes dañados durante el hincado deberán retirarse y sustituirse por otros en perfecto estado.
10. Una vez iniciado el hincado de cada pilote no se deberá suspender esta actividad hasta que la punta alcance la profundidad de proyecto consignada en el plano topográfico correspondiente.
11. En caso de ser pilotes de 2 o más tramos, al empalmarse deberá verificarse la verticalidad de los mismos en la junta, ya que los pilotes cuentan con una placa de acero en uno de sus extremos. Dichas placas se limpiarán con pulidora para retirar las rebabas que estas presenten, dejando una superficie limpia y uniforme. La unión de las placas se efectuará una vez que se verifique la continuidad de

ambas partes del pilote, así como la verticalidad del mismo. Ya que se tiene hincado el segundo tramo del pilote hasta el nivel de terreno natural, se efectuara un sobrehincado por medio de un dispositivo de control que se adapta al martillo y posteriormente se adapta al pilote, esto con la finalidad de hincar los pilotes al nivel establecido por proyecto.(foto 16).

12. Durante el hincado deberá llevarse un registro del numero de golpes necesarios para hincar la totalidad del pilote. (foto 17)
13. Una vez hincado cada pilote se determinará el nivel de la cabeza, verificándolo nuevamente al final del hincado de todos, el cual deberá corresponder al indicado en proyecto.
14. La desviación angular máxima del pilote es de 2%, y la tolerancia en la profundidad de hincado de + 1% de la longitud total del pilote en cuestión.

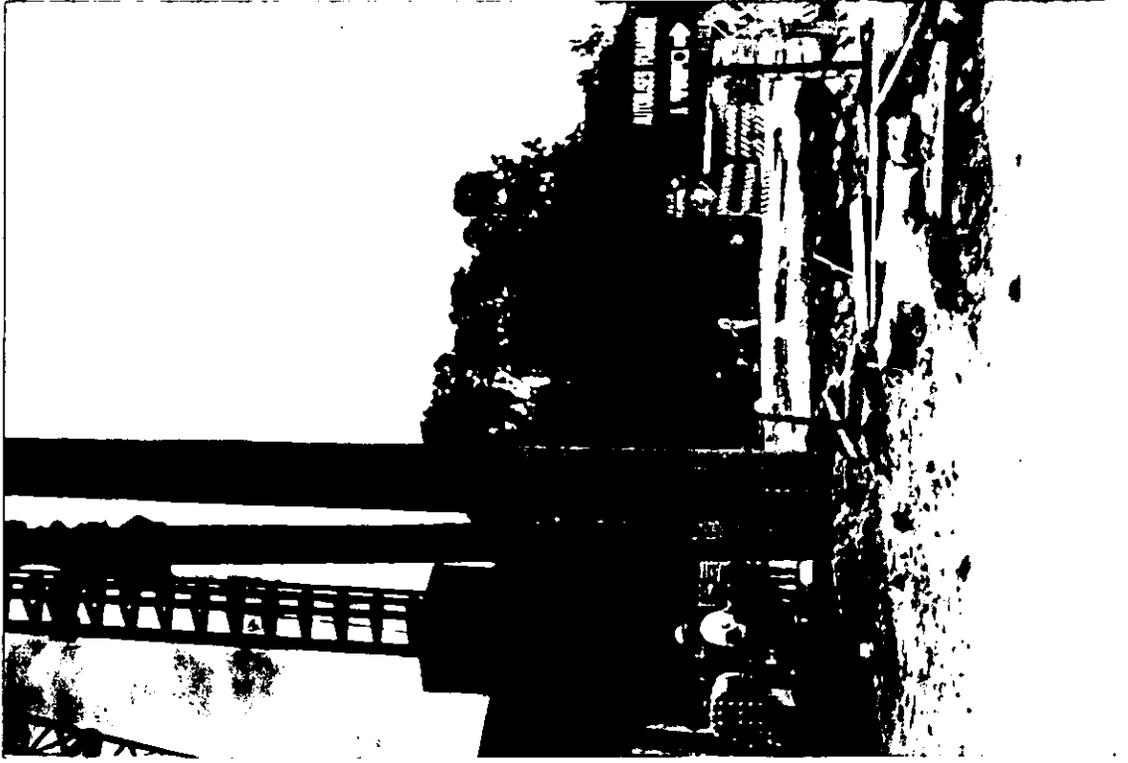


Foto No. 14



Izaje de pilote (izq.) y perforación previa (der.) en la calle puentes de la zona de marcos.

Foto No. 15



Hincado de pilote en la calle de puentes de la zona de marcos.



Foto No. 16 Empalme de tramos de pilote por medio de placa de $\frac{3}{4}$ " de espesor soldadas en todo su perimetro



Foto No.16 Empalme de tramos de pilote por medio de placa de $\frac{3}{4}$ " de espesor soldadas en todo su perimetro

Foto No.17



Hincado del 2 do. Tramo de pilote.

Foto No. 17



Hincado del 2 do. Tramo de pilote.



IV.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE CAJONES DE CIMENTACIÓN (ZAPATAS)

ESPECIFICACIONES: Concreto $f_c=250 \text{ kg/cm}^2$.

Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.

Para poder realizar el proceso constructivo de los cajones de cimentación (zapatas), se verificara que todos estos hayan sido piloteados en su totalidad.

Las etapas que observara el cajón de cimentación para su construcción son las siguientes:

1. Trazo del cajón de cimentación
2. Excavación del cajón de cimentación
3. Colocación de plantilla de concreto pobre
4. Descabece de pilotes
5. Colocación de geomembrana(impermeabilizante)
6. Construcción de losa de fondo y contratrabes
7. Construcción de losa tapa

El avance para la construcción de los cajones de cimentación será de acuerdo al sentido de cadenamiento o bien como el mismo proceso constructivo del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA lo permita

1. Trazo del cajón de cimentación Este se realizara apoyándose en los planos "Localización de cajones de cimentación y muros estribo" el cual nos indica la localización y ejes donde estos se encuentran.

Una vez que se define el cajón de cimentación a trazar, se procede a su ubicación por medio de los planos correspondientes, posteriormente se obtienen sus dimensiones a través del plano correspondiente, y se efectúa su trazo con cal.

Los vértices que lo integran se ubican por medio de estacas, varillas etc. según las condiciones del terreno.

2. Excavación del cajón de cimentación: Trazada la geometría del cajón de cimentación se procede a su excavación, esta se efectuara a cielo abierto y en una solo etapa hasta la profundidad de desplante del mismo. Cabe señalar que se deberá contar con el equipo adecuado para realizar esta actividad, ya que de lo contrario no se obtendrían resultados satisfactorios.

La excavación deberá observar taludes cuya relación horizontal-vertical sea 0.3:1 y ocupara una área cuyos lados serán de 50 cm mayores a los de la geometría del cajón de cimentación a nivel de desplante. Esto con la finalidad de tener un sobre ancho en la excavación que permita el manejo de cimbra exterior, así como permita implementar un sistema de bombeo de achique en caso de ser necesario.

En cualquier caso la excavación deberá permanecer abierta el mínimo tiempo posible (5 días). En caso de presentar grietas longitudinales paralelas a la excavación, el talud deberá tenderse hasta una relación horizontal-vertical 1:1 o bien será necesario implementar un sistema de contención temporal (tablestacado u otros) que garantice la estabilidad del terreno.

El sistema de contención temporal empleado para excavaciones poco profundas y con taludes aceptables, se efectuara de la siguiente manera. Ya que se tiene la excavación y los taludes correspondientes elaborados con equipo mecánico, se procede a afinar los taludes en forma manual por medio de palas dejando una superficie uniforme, en la cual se coloca malla de gallinero de inicio al final del talud, posteriormente se procede a su fijación por medio de anclas de varilla, una vez que se coloca y fija la malla en toda la zona requerida se procede a aplicar un

zampeado de mortero cemento-arena en toda la malla. Proporcionando así la estabilidad al terreno que es nuestro objetivo. (foto 18).

3. Colocación de la plantilla de concreto pobre: Una vez que se tiene el área del cajón de cimentación excavada en su totalidad y al nivel de desplante de proyecto. Se implementara un sistema de bombeo de achique que estará constituido por drenes en todo el perímetro del cajón de cimentación y un carcamo de bombeo. Este sistema de bombeo será capaz de resolver cualquier eventualidad posible.

Ya que se encuentre el cajón de cimentación libre de agua (seco), se procede a colocar una plantilla de concreto pobre con una $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ de 5 cm de espesor que cubrirá solo el área del cajón de cimentación. Dicha actividad se realizara en forma manual o mecánica, es decir empleando canalones o equipo de bombeo para su colocación.(foto 19).

4. Descabece de pilotes: Cumplidos los puntos anteriores, se procede a la demolición o descabece de los pilotes en una longitud de acuerdo a la posición de cada uno de ellos, atendiendo a la profundidad de desplante del cajón de cimentación. La longitud mínima de descabece será de 80 cm. Tal condición debe ser considerada desde la fabricación e hincado de los pilotes.

La demolición de los pilotes se realizara mediante martillos rompedores o alguna herramienta similar, queda prohibido el uso de explosivos para este fin. Descabezados los pilotes en su totalidad, se retirara el acero de refuerzo transversal (zunchado), dejando únicamente el acero longitudinal como lo indica proyecto. (foto 20 y 21).

5. Colocación de geomembrana (impermeabilizante): Para garantizar que las paredes y fondo del cajón de cimentación sean totalmente impermeables, se colocara una geomembrana que debe estar libre de defectos de fabricación y sea de polipropileno de 3 mm de espesor. La geomembrana debe cumplir con las siguientes características para su colocación:

- a. Tener un espesor mínimo de 3 mm.
- b. La mayoría de las hojas deberá cubrir la mayor área posible con el fin de evitar juntas excesivas.
- c. Las juntas deberán sellarse con material de relleno aplicado con aire caliente u otro medio de termofunción para obtener una estructura homogénea entre los elementos de unión y la membrana.
- d. La colocación de la geomembrana se hará hasta el lomo del cajón, es decir se fijara 30 cm sobre la losa tapa, dicha fijación se hará por medio de grapas inherentes capaces de anclar firmemente al concreto.

Este tipo de geomembranas se encuentra en el mercado. Su colocación y terminado deberá estar siempre bajo la responsabilidad y supervisión del distribuidor, quien garantizara su funcionalidad de acuerdo con los fines para los que fue propuesta.

6. Construcción de losa fondo y contratrabes: Colocada la geomembrana en el cajón de cimentación en su totalidad, se proporcionaran los armados correspondientes, a losa de fondo y contratrabes, para realizar posteriormente las actividades para su construcción.

Una vez que se tiene habilitado el acero de refuerzo correspondiente a la losa de fondo y contratrabes se procede a su armado sobre la geomembrana. Ligando el acero longitudinal del pilote a dichos elementos. Así mismo se desplanta el acero de refuerzo que integra a las columnas coladas en sitio (son 56 columnas de todo el proyecto) y 290 columnas prefabricadas que se conectaran a los cajones de cimentación por medio de 4 pernos por columna y posteriormente un colado en el capitel inferior de la columna con el cajón de cimentación (conexión columna prefabricada-zapata).

Durante la etapa del armado de la losa de fondo y contratrabes, se verifica la posición y separación correcta del acero así como sus diámetros, esta se realizara físicamente es decir con el plano estructural correspondiente al cajón de cimentación, se checaran los elementos que lo integran. Dichos elementos deben estar armados y separados como se indica en el proyecto.

Ya que se tiene armado y cimbrada la losa de fondo y contratrabes se harán las actividades correspondientes a su colado. El colado de la losa de fondo y contratrabes se hará en un máxima de dos etapas, esto con la finalidad de evitar juntas excesivas. El concreto empleado para colar los elementos que integran el cajón de cimentación, es decir la losa de fondo, contratrabes, dados y losa tapa será de una $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$, al menos que se indique otra cosa en los planos correspondientes.

Tomando en cuenta lo anterior, se procede al cimbrado y colado de la losa de fondo. El colado se realizara por medio de canalones ubicados estratégicamente en todo el perímetro del cajón de cimentación, en los cuales se vaciara el concreto suministrado por las revolvedoras y posteriormente se traspaleara a la zona requerida.

Cabe señalar que el concreto colocado por medio de canalones, no es un sistema muy eficiente debido a las desventajas que este presenta, como pueden ser clasificación de los agregados, maniobras excesivas etc.

Por lo tanto para la actividad del colado lo mas recomendable es emplear bombas o plumas, ya que los equipos de bombeo nos brindan una mejor integridad del concreto, además de que nos facilita su colocación.

Cuando la losa de fondo presente un fraguado inicial, se procederá al cimbrado y colado de las contratrabes y dados de cimentación. Aplicando previamente adhecón a la losa colada, con objeto de garantizar una buena adherencia entre la losa de fondo y las contratrabes por colar.

7) Construcción de la losa tapa: Ya que las contratrabes presentan un fraguado final, se procede a descimbrarlas para realizar las actividades correspondientes a la construcción de la losa tapa es decir armado, cimbrado, limpieza y colado. Durante la etapa del cimbrado, se dejaron una serie de registros en la losa tapa que nos permitan la recuperación de la cimbra, una vez que la losa tapa haya alcanzado su resistencia de proyecto.

Previo al colado de la losa tapa, se realizara una limpieza minuciosa de la superficie por colar. Retirando todos los materiales ajenos a la misma, esto se hará en forma manual o mecánica, empleando equipo de presión. Finalmente, se colocara la frontera en todo el perímetro de la losa tapa. Para pasar a realizar el colado y curado de la misma.(foto 22 y 23).



Foto No. 18 Excavación del cajón de cimentación a cielo abierto al fondo se puede apreciar el sistema de protección temporal.



Foto No.19 Colocación de la plantilla de concreto pobre de 5 cm de espesor en el fondo del cajón de cimentación.

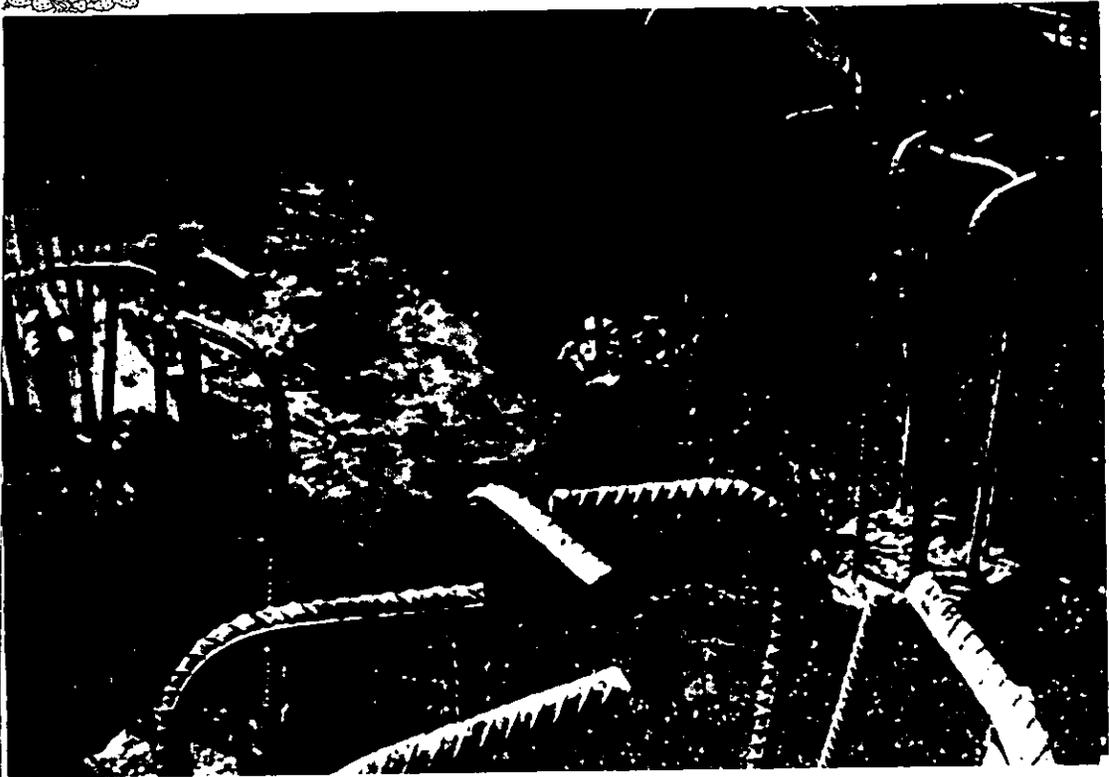


Foto No. 20 Descabece de los pilotes en su totalidad.

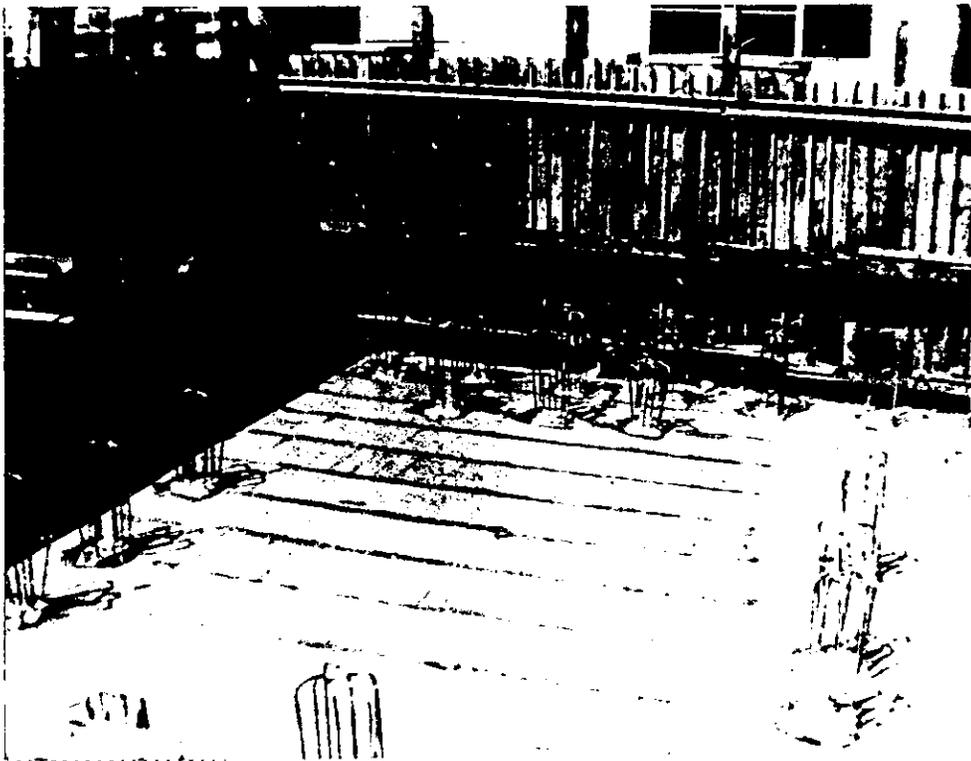


Foto No.21 Colocación de la plantilla de concreto y descabece de 80 cm de pilote.

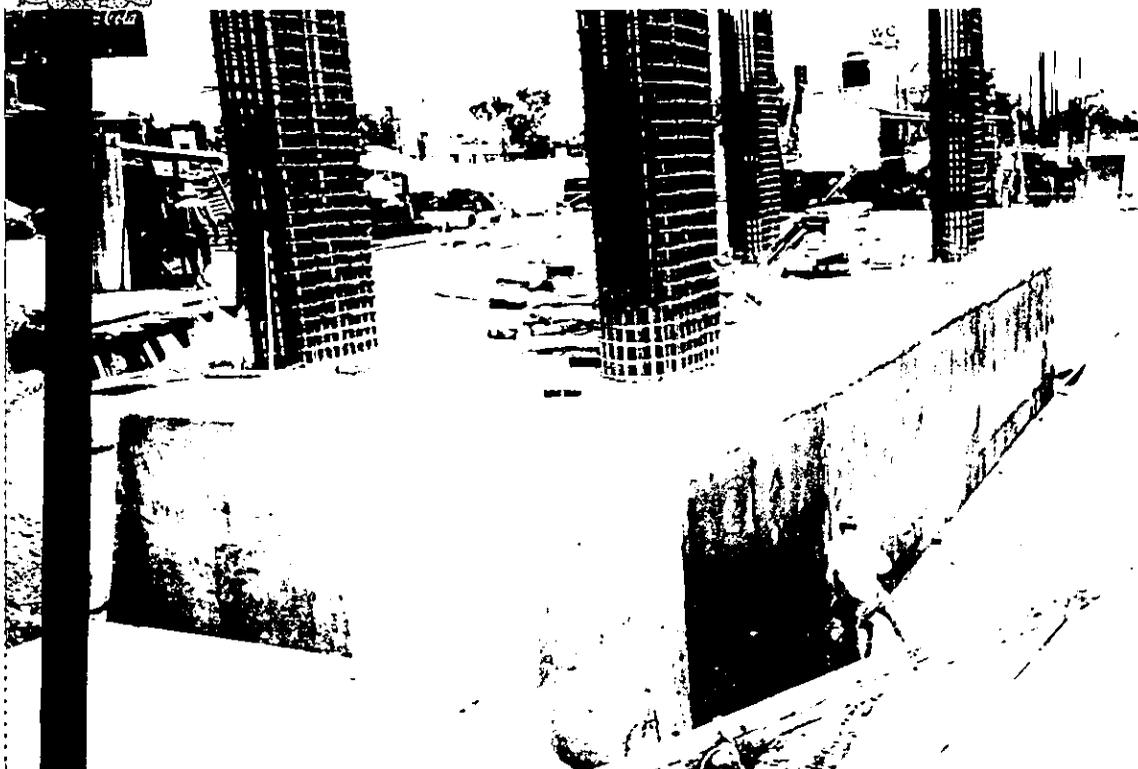


Foto No. 22 Cajón de cimentación concluido hasta el desplante de las columnas coladas en sitio de sección oblonga

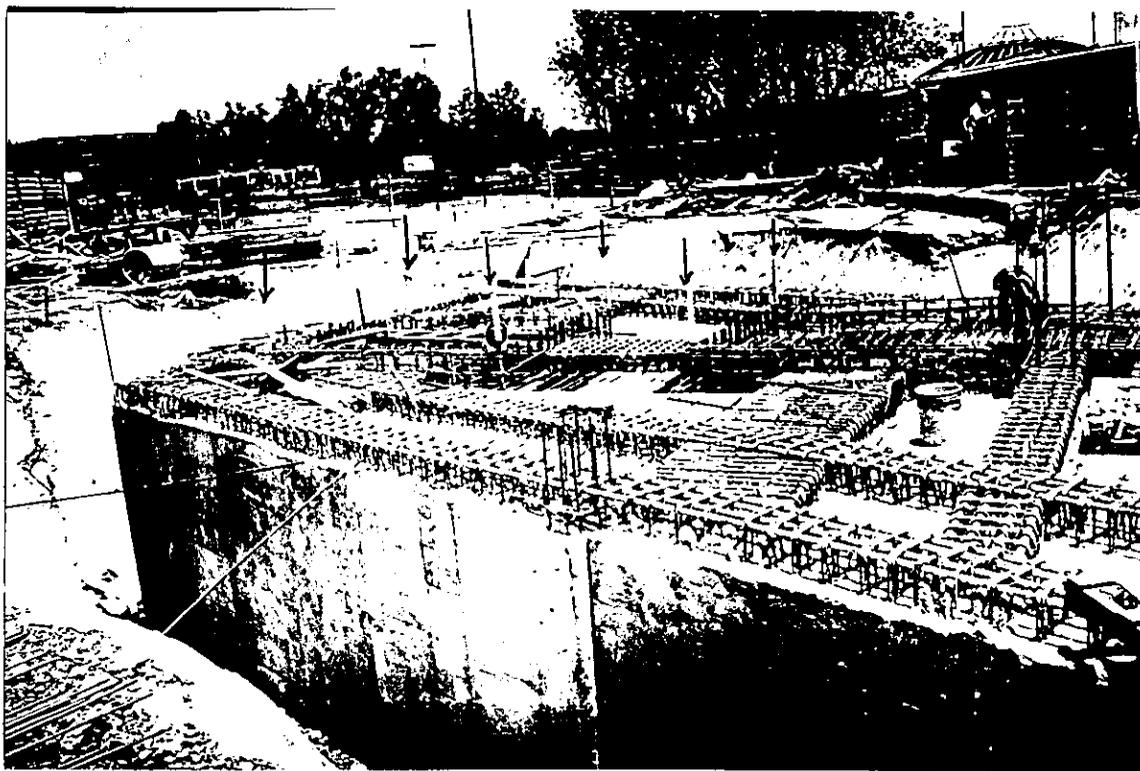


Foto No.23 Cajón de cimentación previo al colado de la losa tapa, se pueden apreciar los pernos que se conectarán alas columnas prefabricadas.

IV.3 PROCESO CONSTRUCTIVO DE FABRICACIÓN DE COLUMNAS PRESFORZADAS

ESPECIFICACIONES: Concreto $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$

Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Acero de presfuerzo: torones de $\varnothing=1/2"$

$f_{pu}=19000 \text{ kg/cm}^2$.

EL DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA, contara con 63 cajones de cimentación (zapatas) en los cuales se desplantaran un conjunto de 56 columnas coladas en sitio de sección oblonga de 0.90X1.60 m (foto 24).

Pero nos abocaremos a la fabricación de las 290 columnas prefabricadas que se conectaran a los cajones de cimentación por media de 4 pernos por columna y un colado posterior entre la columna y el cajón de cimentación (conexión columna prefabricada-zapata). Las secciones de las columnas prefabricadas serán para el 1er. nivel oblonga de 1.50X2.00 m y para el 2do. nivel serán combinadas de sección oblonga-circular, oblonga de 1.50X2.00 m y circular de $\varnothing=1.50 \text{ m}$. Para las vialidades A,B,D y F. Las secciones de las columnas prefabricadas para la zona de marcos serán combinadas de sección oblonga-circular oblonga de 0.80X 1.50 m y circular de $\varnothing=0.80 \text{ m}$. Para las vialidades A (1er. nivel) y B (2 do. nivel).

Para realizar la fabricación de las columnas nos apoyaremos en los planos "Planta de localización y referenciación de ejes de columnas y estribos (1er. y 2 do. nivel)", el cual nos proporcionara la ubicación de las columnas y nos indicara el eje donde se localizan.

Las columnas prefabricadas presforzadas cumplirán con las dimensiones, armado de refuerzo y distribución del acero de presfuerzo que se indican en planos estructurales particulares de columnas prefabricadas.

Para la fabricación de las columnas de la zona de marcos nos apoyaremos con los planos "Columna tipo del eje M1 al eje M43, izquierda en el sentido del cadenamiento" y "Columna tipo del eje M1 al eje M43, derecha en el sentido del cadenamiento".

La geometría de las columnas prefabricadas estará regida por el plano "Geometría para la fabricación de columnas prefabricadas (1er. y 2 do. nivel) ejes A-A', B-B', D-D' y F-F' " y por el plano "Geometría para la fabricación de columnas entre ejes M1 al M43".

Se fabricaran 3 tipos de columnas presforzadas tipo I, tipo II y tipo para la zona de marcos. Donde la diferencia entre cada tipo de columna será principalmente la altura que tendrán.

Para la fabricación de las columnas presforzadas fue necesario contar con 2 plantas de prefabricados ubicadas al oriente de la ciudad, con instalaciones que contaran con una área extensa para almacenar las columnas por tiempo indeterminado mientras se reactiva la construcción de la obra civil para poder ser transportadas a la obra y montarlas. Dichas plantas contaron con cimbra metálica (abatible) con sistema de bisagras longitudinal a la columna en sus dos extremos. En una planta de prefabricados anclaron la cimbra metálica a la mesa de trabajo para elementos presforzados a base de vigas de concreto reforzado. En la otra planta de prefabricados anclaron la cimbra metálica a la mesa de trabajo a base de tubo metálico de 36" de \varnothing unido con tornillos y tuercas de alta resistencia.

Para la fabricación de las columnas presforzadas en ambas plantas se utilizaron sistemas de anclaje clasificado como sistemas de puntal a compresión diseñadas con transversas de anclaje de presfuerzo en los extremos de la mesa de fabricación.

Los elementos presforzados: Son los elementos donde al concreto se le aplica una fuerza de compresión que produce esfuerzos internos de magnitudes y distribución tales, que los esfuerzos resultantes de las cargas de servicio se contrarrestan hasta un nivel deseado. las columnas son pretensadas que es el método de presfuerzos en el cual los cables se tensan antes de que se cuele el concreto. La secuencia básica para la fabricación de columnas presforzadas es la que se enumera en el siguiente proceso constructivo:

1. Se diseña la mesa de trabajo (de concreto reforzado o tubo metálico). La cual tendrá como finalidad alojar la cimbra metálica abatible para las columnas, la cual quedara bien apuntalada contra dicha mesa para evitar deformaciones en la misma. Además de contar con sistema de anclaje clasificado como sistema de puntal a compresión diseñado con transversas de anclaje del acero de presfuerzo en los extremos de la mesa de fabricación.
2. Se traza y fabrica la cimbra metálica abatible (incluyendo capiteles inferior y superior de la columna), la cual podrá abrirse y cerrarse longitudinalmente a base de bisagras, para poder ingresar el armado de refuerzo y presfuerzo, colado y posteriormente la extracción de la columna del molde (previa verificación y autorización de la supervisión de la geometría de la cimbra metálica así como el apuntalamiento). (foto 25 y 26).
3. Simultáneamente al habilitado de la cimbra metálica, se habilitan los accesorios de los capiteles inferior y superior de la columna a base de placa (formando

ángulo de 20x20 cm) y acero de refuerzo de $\varnothing=1/2"$ y $\varnothing=1 1/2"$. El cual quedara soldado al armado principal de refuerzo de la columna. (foto 27)

4. En forma simultanea con las actividades anteriores y una vez que se tiene habilitado el acero de refuerzo longitudinal y transversal (zunchos), se procede al armado de la columna sobre bancos de trabajo. El acero de refuerzo deberá colocarse en la posición indicada en planos estructurales, cumpliendo estrictamente con los recubrimientos mínimos, diámetros, distribución etc. Se utilizaran silletas de varilla, bloques de concreto (pollos) etc. Para garantizar la posición correcta del acero de refuerzo. (foto 28).
5. Una vez terminado el armado de refuerzo, se procede a introducirlo a la cimbra metálica sin el acero de presfuerzo, utilizando grua(s) dependiendo de la longitud de la columna. (foto 29).
6. Una vez introducido el armado de refuerzo al molde, se procede a insertar y distribuir el acero de presfuerzo como indica el plano correspondiente de presfuerzo.
7. Una vez colocado y distribuido el acero de presfuerzo en el acero de refuerzo, se procede al tensado, una vez que todos los cables se encuentran con sus anclajes colocados (procediéndose a tensar del centro hacia los extremos alternadamente y de abajo hacia arriba). Utilizando gato hidráulico monotoron y cuidando nunca exceder la carga de 13700 kg por torón (para torón de baja relajación grado 270K).
8. Una vez supervisadas todas las preparaciones y accesorios que lleva la columna prefabricada. Se procede al colado de la columna con aprobación y en presencia de la supervisión. (foto 30).

9. El colado de la columna se inicia en un extremo en forma continua, evitando que el concreto sea arrastrado con el vibrador. Se debe evitar durante el colado que los vibradores permanezcan en contacto con la cimbra, el acero de refuerzo y presfuerzo, aun cuando el armado de refuerzo es muy denso, se cuidara en lo posible. (foto 31 y 32)

10. Se procede a realizar el destensado de la columna una vez que se ha adquirido el 80% de la resistencia de proyecto ($f'c=240 \text{ kg/Cm}^2$), iniciando el corte del acero de presfuerzo para liberarlo de los anclajes, efectuándose el corte de arriba hacia abajo y de los extremos hacia el centro alternadamente. Se utilizara equipo mecánico de parte. Simultáneamente se descimbra la columna, tomándola de los ganchos de izaje establecidos por proyecto empleando grua(s) dependiendo de la longitud y peso de la columna y colocándola en una plataforma misma que la transportara a la zona de almacenaje para su detallado final. (foto 33 y 34).

11. Se efectúa el corte de las puntas del torón con pulidoras y resane, tapando la zona de anclaje de los torones con mortero y aditivo master flow.

12. Terminada la actividad anterior, se procede al curado de la columna, manteniéndola húmeda por 7 días, el curado se hace aplicando agua por medio de pipas.

13. Finalmente la estiba de las columnas se hará en la planta de prefabricados en forma horizontal (por las características de la misma) y apoyada sobre durmientes en sus extremos.(foto 35 y 36).



Foto No. 25 Mesas de trabajo de concreto reforzado y cimbra metálica abatible, para colado de columnas de sección oblonga de 1.50 x 2.00 m

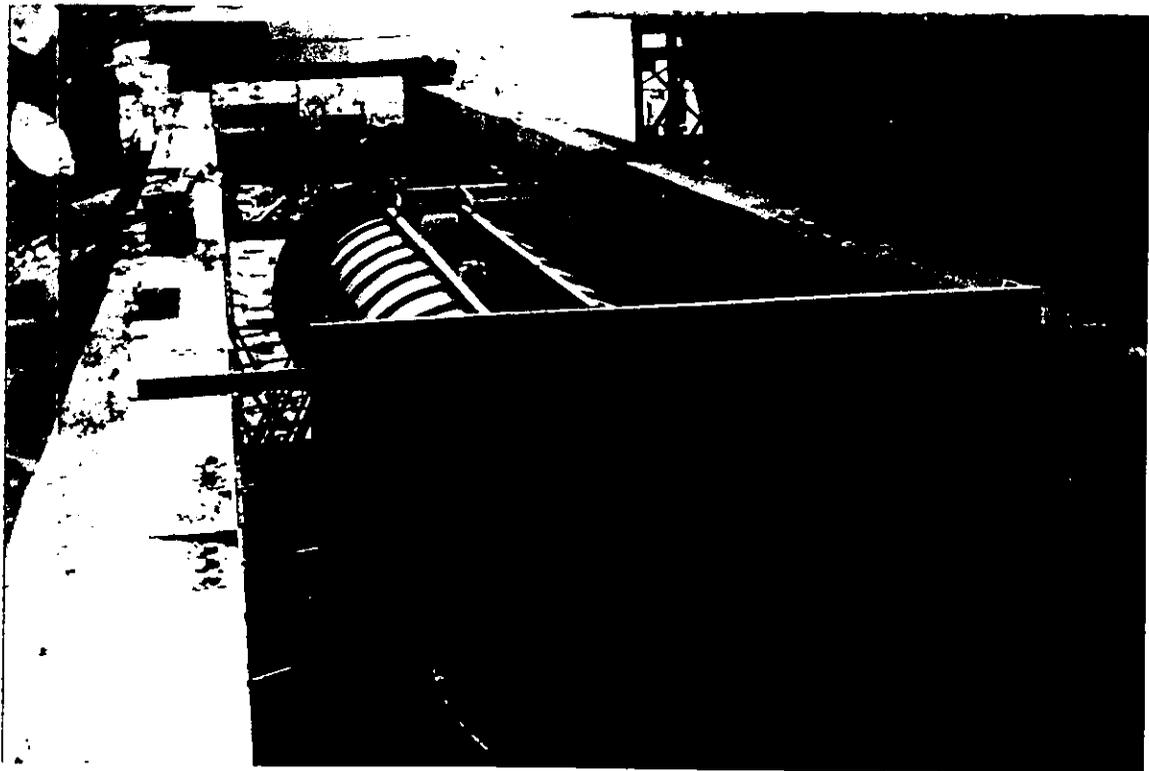


Foto No.26 Fabricación del molde metálico con capiteles y apuntalamiento para el colado de columnas de sección oblonga.

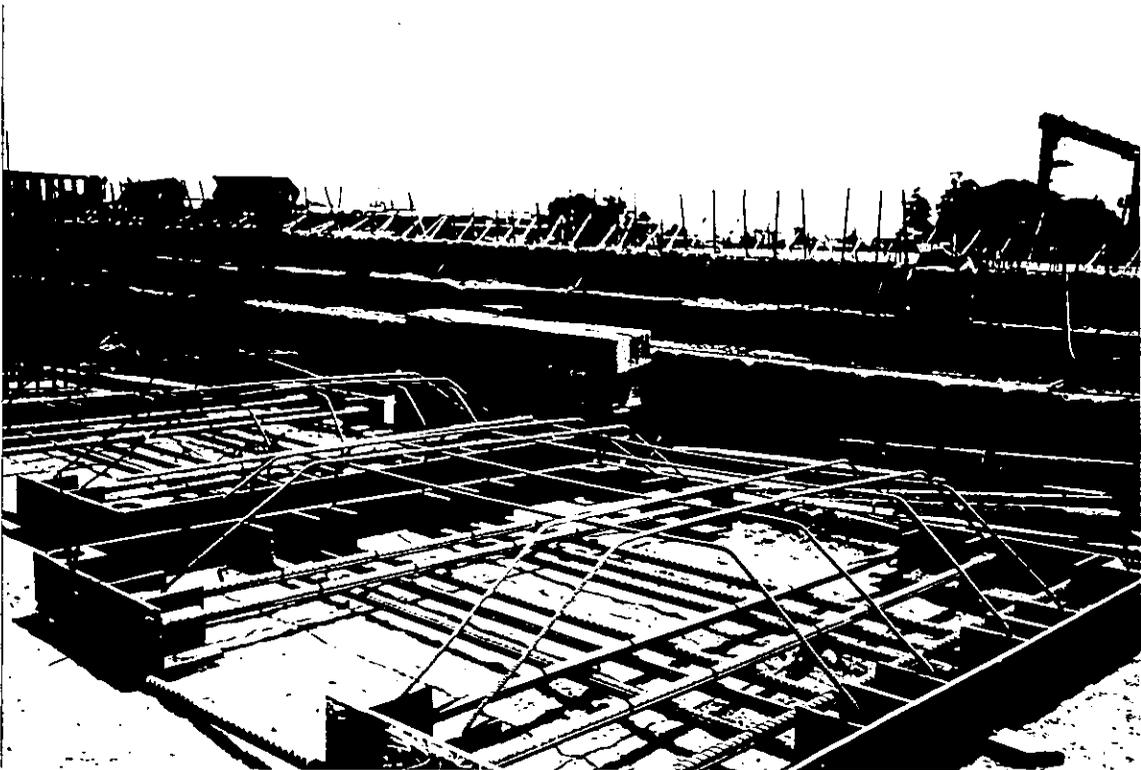


Foto No. 27 . Accesorios del capitel inferior de la columna. se puede apreciar los orificios para la conexión con el cajón de cimentación por medio pernos.

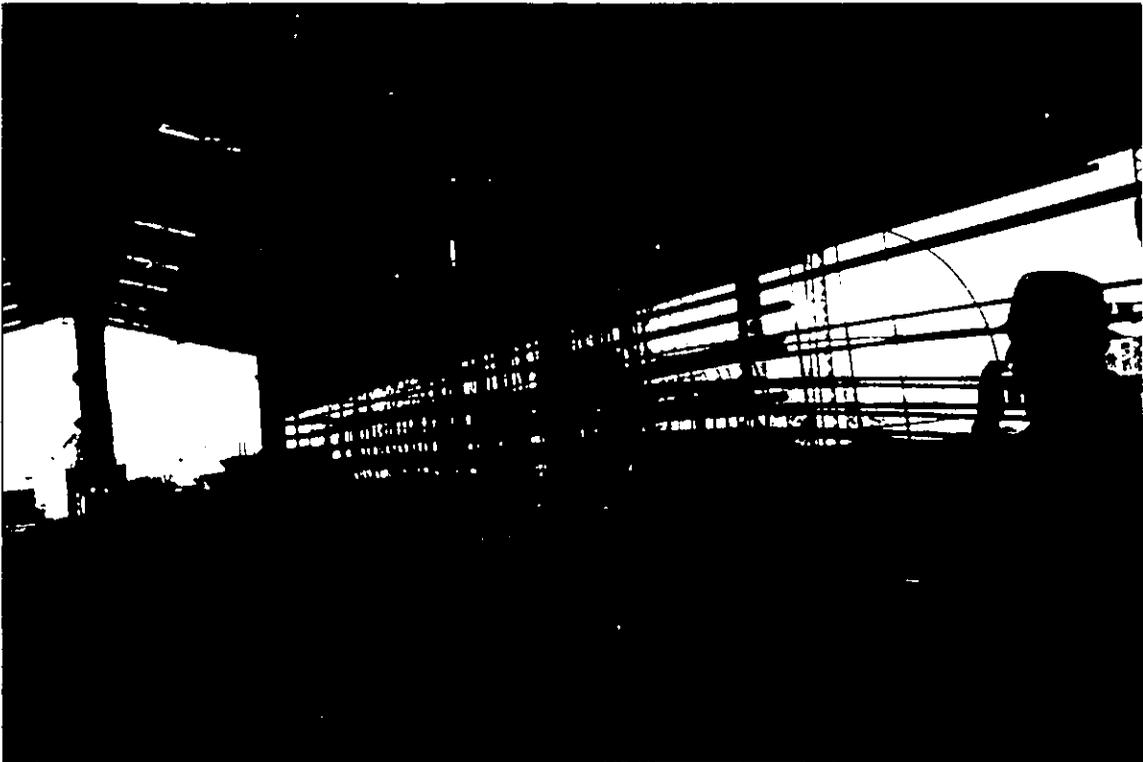


Foto No.28 Armado del acero de refuerzo de columna prefabricada de sección oblonga de 1.50 x 2.00 m.



Foto No. 29 Introducción del armado del acero de refuerzo al molde, sin acero de presfuerzo.



Foto No.30 Acero de presfuerzo tensado, accesorios y preparaciones antes del colado de la columna prefabricada.



Foto No. 31 Colado de columna prefabricada. utilizando 3 vibradores.



Foto No.32 Conclusión del colado de la columna prefabricada en el capitel inferior.



Foto No. 33 Destensado y descimbrado de la columna prefabricada alcanzada la resistencia del 80% de proyecto

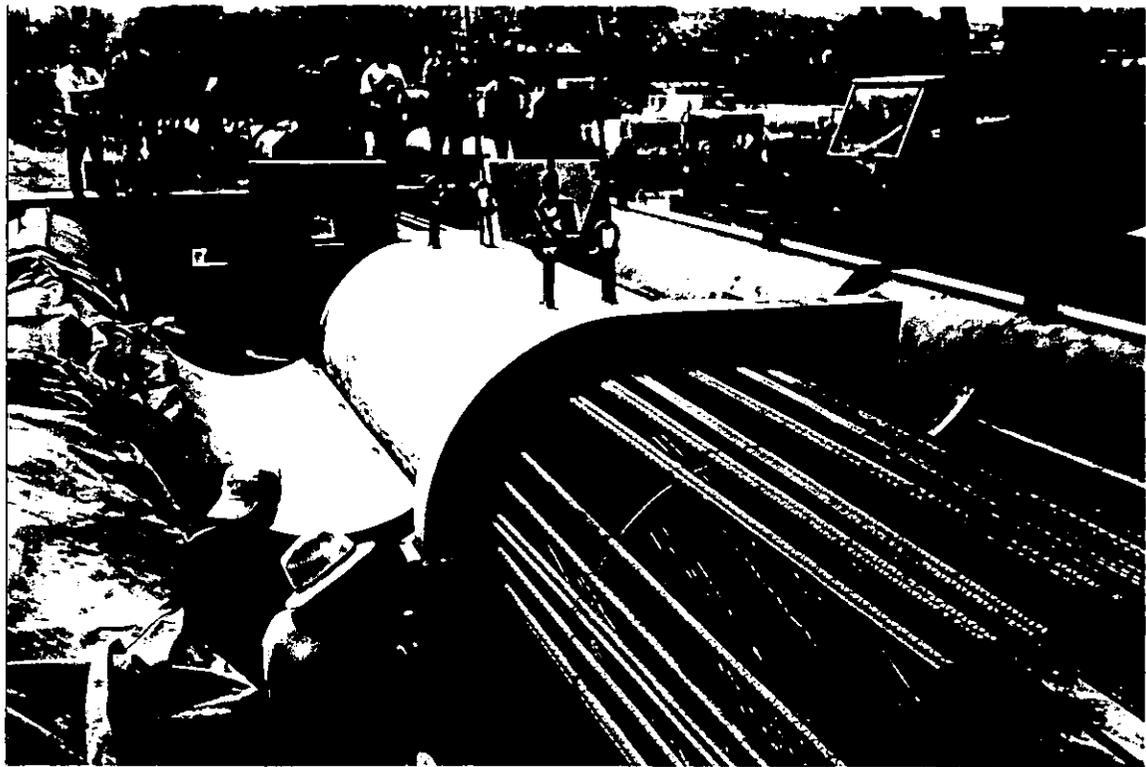


Foto No.34 Maniobra para extraer la columna prefabricada del molde utilizando grúa(s) dependiendo de la longitud.



Foto No. 35 Almacenamiento de columnas prefabricadas en planta.

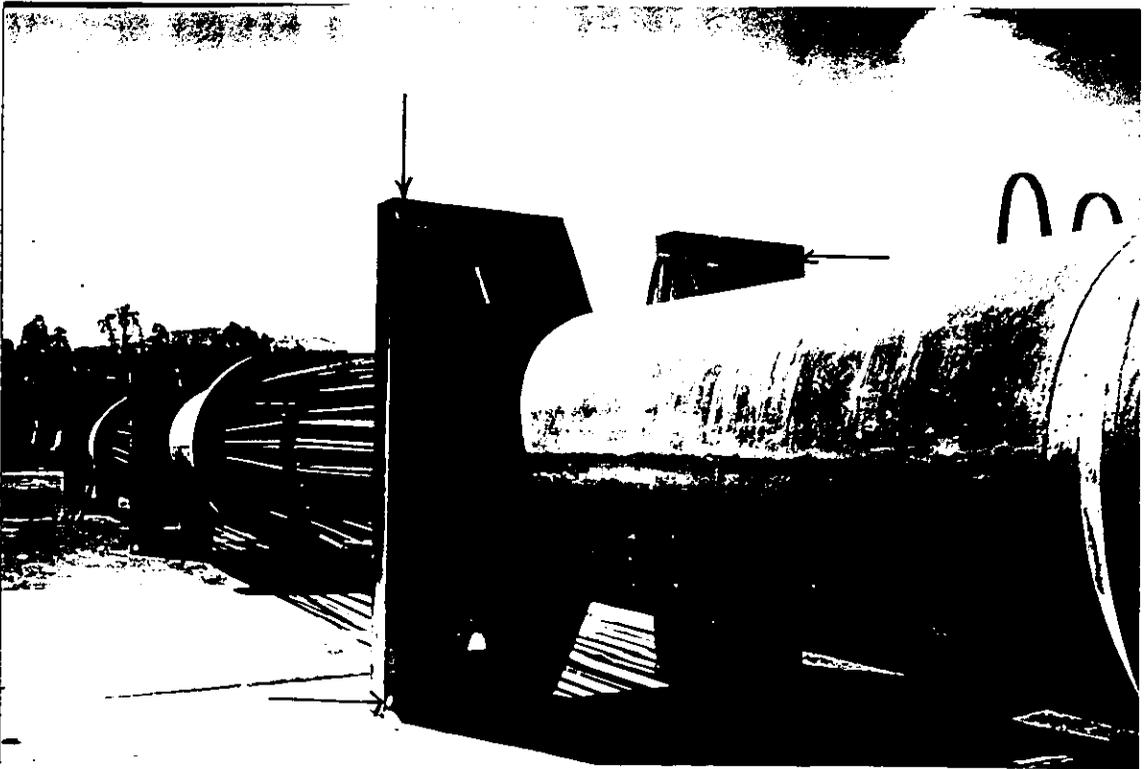


Foto No.36 Almacenamiento de columnas prefabricadas, se puede apreciar las preparaciones en el capitel inferior para su conexión con el cajón de cimentación por medio de 4 pernos.

IV.4 PROCESO CONSTRUCTIVO DE FABRICACIÓN DE CABEZALES POSTENSADOS

ESPECIFICACIONES: Concreto $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$ a excepción de cabezales A8 y A9 $f'c=450 \text{ kg/cm}^2$.
Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
Acero de presfuerzo: torones de $\varnothing=1/2"$
 $f_{pu}=19000 \text{ kg/cm}^2$.

EL DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA. En su superestructura contará con 125 cabezales postensados, mismos que se conectaran y apoyaran en las columnas prefabricadas correspondientes, mediante un colado posterior al montaje de los mismos (conexión columna -cabezal). los cuales tendrán como función principal de servir de apoyo a las traveses prefabricadas presforzadas de las vialidades A y D (del 1er. nivel) y B y D (del 2 do. nivel). El apoyo de los cabezales para recibir a las traveses prefabricadas será por medio de mensulas tipo, la cual cuenta con una placa inferior para el dispositivo de apoyo tipo cubo encapsulado, en la cual se asentara la placa de la mensula de la trabe prefabricada tipo TC, TCA o TB. Cada mensula del cabezal cuenta con 2 pernos de $\varnothing=1 \frac{1}{4}"$ de alta resistencia con cuerda en su parte superior para recibir las preparaciones (huecos) de las traveses, que posteriormente a la conexión (cabezal-trabe) se atornillaran con sus respectivas tuercas.

Cabe mencionar que en el momento del montaje se cuidara la orientación de proyecto de las traveses prefabricadas por los apoyos fijos y móviles que presentan.

Las secciones de los cabezales son rectangulares con una pequeña curvatura en sus extremos, tienen sobre-anchos en los extremos para alojar los accesorios del cable de presfuerzo, el ancho es el mismo para todos los cabezales de 1.90 m, la

longitud es variable dependiendo de la cantidad de traveses que vayan a recibir y van de 9.190 m hasta 26.738 m. La altura también es variable manteniéndose un promedio de 2.20 m. Cabe mencionar que hay 2 cabezales el F12 y F13 con un peso aproximado de 195 tons. por lo que es muy considerable desde su transportación a la obra, como su montaje.

Los cabezales son postensados, que es el método de presfuerzo en el cual los cables se tensan después que el concreto ha adquirido la resistencia de proyecto.

El concreto empleado para los cabezales será de $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$, exceptuando los cabezales A-8 y A-9 los cuales tendrán una resistencia de $f'c=450 \text{ kg/cm}^2$.

Los cabezales postensados tendrán diferente distribución del acero de presfuerzo así como cantidad, unos llevaran 2 ductos con 15 torones cada uno, otros llevaran 4 ductos con 15 torones cada uno, otros llevaran 6 ductos con 15 torones cada uno y otros llevaran 6 ductos con 19 torones cada uno, el diámetro de los torones es de 1/2". Para realizar la fabricación de los cabezales nos apoyaremos en los planos "Localización de cabezales (1 er. y 2 do. nivel)". El cual nos proporciona la ubicación de los cabezales por vialidades y ejes.

Los cabezales prefabricados postensados cumplirán estrictamente con las dimensiones, armado de refuerzo y distribución del acero de presfuerzo que se indican en planos estructurales y de geometría de presfuerzo, particulares de cabezales prefabricados. Cabe mencionar que es importante cuidar la orientación de los cabezales, ya que se fabricaran 3, con mensulas en ambos lados que serán los cabezales D-3, B-50 y B-55. La geometría de los cabezales prefabricados estará regida por el plano "Geometría para fabricación de cabezales 1 er. nivel" y el plano "Geometría para fabricación de cabezales 2 do. nivel".

Los cabezales tendrán 2 huecos (oblongos de 1.50X 2.00 m) o (circulares de $\varnothing=1.50$ m), mismos que se apoyaran en los capiteles superiores de las columnas prefabricadas correspondientes, y posteriormente se hará el armado y colado para hacer la (conexión columna prefabricada-cabezal prefabricado). Para la fabricación de este tipo de cabezales diferentes entre si fue necesario fabricar una mesa de trabajo de 100 m de longitud por 2.00 m de ancho (en planta de prefabricados) y una vez colada una losa de concreto armado de 45 cm de espesor, se habilito la cimbra metálica a base de placa de 1/4" de espesor y ángulo de 2 1/2"X1/4" para rigidizar y apuntalar la misma. La planta de prefabricados conto con instalaciones suficientemente extensas en terreno para almacenar los cabezales por tiempo in determinado antes de transportarse a la obra para su montaje.

Otra consideración es que la planta para abatir costos con gruas montadas sobre camión, conto con gruas montadas sobre rieles (marcos de sustentación), que trabajan con 4 gatos hidráulicos de 200 tons. cada uno para el desalojo de los cabezales del molde de fabricación al equipo de transporte.

La secuencia básica para la fabricación de cabezales postensados es la que se enumera en el siguiente proceso constructivo:

1. Se diseña la mesa de trabajo de concreto armado, calculada para resistir el peso máximo por unidad de metro cuadrado del elemento una vez que ha sido colado (cabezal F12 y F13 con un peso cada uno de 195 tons).
2. Se inicia el habilitado de la cimbra metálica a base de placa de 1/4" de espesor y ángulo de 2 1/2"X1/4" para rigidizar y apuntalar la misma.

3. Una vez que se tiene habilitada toda la placa, se inicia el armado del molde, dependiendo del cabezal por fabricar ya que todos los cabezales geoméricamente son diferentes entre si, en esta actividad entra una cuadrilla de topografía para realizar el trazo de la geometría del cabezal en el molde (de acuerdo a los planos geoméricos de proyecto).

4. Una vez revisado y autorizado el molde por la supervisión, se aplica desmoldante a la superficie en contacto con el concreto. (foto 37).

5. En forma simultanea con la actividad anterior, se habilita y arma la sección del cabezal sobre durmientes de 20X20 cm. El acero de refuerzo deberá colocarse en la posición indicada en planos estructurales y cumpliendo estrictamente con los recubrimientos mínimos, diámetros, distribución, anchos de nervaduras etc. Se utilizaran silletas de varilla, separadores etc.

El armado de refuerzo para las mensulas es tipo únicamente varia la altura de estas, y en ocasiones también el accesorio a base de placa formando un ángulo de 15X20 cm y 6 varillas del No.12. Debido a que este tipo de elementos es muy largo por especificación se unirán las varillas del No. 12 a tope con soldadura (bulbos) que deberán efectuarse con soldador calificado. Ya que a estas juntas periódicamente se le practicarán pruebas no destructivas (radiografías) por un laboratorio externo acreditado al SINALP (Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Prueba). Para garantizar la calidad de este trabajo. (foto 38).

6. Se colocan los accesorios metálicos (placas de 40X40 cm X 1" de espesor) para soldar posteriormente los diafragmas metálicos en obra una vez montado el cabezal, conforme a la ubicación indicado en planos geoméricos.

7. Terminada esta actividad del armado de refuerzo, se procede a colocar los ductos donde se alojaran los cables de presfuerzo (torones) siguiendo las trayectorias

marcadas en plano de presfuerzo, y fijándolo con trozos de varilla en el armado del cabezal

8. Se introduce el acero de presfuerzo al ducto que lo protege, y se verifica su trayectoria de cada ducto.
9. Se introduce el acero de refuerzo al molde, calzándolo con varillas, y empleando 2 grúas de 20 tons cada una. (foto 39).
10. Se colocan las placas y accesorios para el postensado en los extremos del cable de presfuerzo y se fijan a la cimbra metálica, de los extremos y se sujeta firmemente antes de colar el cabezal.
11. Se coloca la cimbra metálica para los huecos oblongos (1 er. nivel) o circulares (2 do nivel) de las columnas prefabricadas y se sujeta firmemente. (foto 40).
12. Los cabezales son elementos con cimbra interior recuperable, esta se coloca una vez que se introduce el acero de refuerzo al molde, donde se termina de armar la losa superior, calzando la cimbra interior y sujetándola firmemente a la cimbra fija (molde).
13. Previo al colado del cabezal y una vez que esta listo todo el armado de refuerzo, así como accesorios, son revisados y autorizados por la supervisión (la posición de los pernos de las mensulas, separación entre ellos, plomeo, posición de las placas base del dispositivo de apoyo en cada mensula, la terminación de los bulbos en el acero de la losa superior, colocación y ubicación de los ganchos de izaje entre otros detalles). (foto 41).

14. Autorizado el cabezal para el colado por la supervisión, se procede al mismo, empleando una planta de concreto (mezcladora estacionaria de concreto) donde el tambor efectúa la mezcla del concreto y la descarga a una bacha de 1 m^3 y de ahí el concreto se traslada al lugar de colocación a través de sistema de bombeo (la distancia de la planta al lugar más lejano de colocación del concreto es de 110 m), y viene disminuyendo de acuerdo al elemento por colar. (foto 42 y 43).

PROCEDIMIENTO PARA EL MEZCLADO DEL CONCRETO

- a) El procedimiento se inicia introduciendo al tambor o trompo parte del agua (entre 10 y 30%) junto con el aditivo de línea 1.5 lto/m^3 .
- b) Posteriormente, se introducen simultáneamente los agregados petreos, el cemento y el agua hasta un 95%.
- c) El 5% del agua restante es para ajustar el revenimiento final mezclando por un periodo mínimo de 90 seg.
- d) Se verifica el revenimiento del concreto cada 5 m^3 en presencia de la supervisión.
- e) Una vez comprobado que la mezcla cumple con el revenimiento de proyecto ($10 \pm 2.5 \text{ cm}$), se introduce el aditivo superfluidificante 3 litros/m^3 y se procede al mezclado final con un mínimo de 60 seg.
- f) Finalmente si la mezcla presenta uniformidad se vacía en el equipo de bombeo para su traslado y colocación final.

15. El colado se iniciara por un extremo del cabezal, en forma continua evitando que el concreto sea arrastrado con el vibrador (de preferencia se colocara en 3 capas a lo alto del molde).
16. Se evitara durante el colado que los 3 vibradores de inmersión permanezcan en contacto con la cimbra, el acero de refuerzo y los ductos que contienen el acero de presfuerzo.
17. El acomodo y vibrado del concreto se ajustara a las condiciones de plasticidad y revenimiento de la mezcla.
18. Alcanzada la resistencia de proyecto para desmolde al 80%, mediante ensayos de cilindros de concreto a compresión, en presencia de la supervisión. Se procede al desalojo del molde del cabezal, tomandolo de los ganchos de izaje estratégicamente establecidos por proyecto. Utilizando las grúas sobre rieles (marcos de sustentación) a base de estructura metálica y mediante el mecanismo de 4 gatos hidráulicos de 200 tons. cada uno para el izaje del cabezal y 2 gatos hidráulicos de 100 tons. cada uno para el desplazamiento horizontal del cabezal. (foto 44).
19. El desalojo del cabezal del molde se hará directamente a un tractocamión con cama baja (lowboy) y en ocasiones a un tractocamión especial con cama baja y modulo hidráulico, dependiendo del peso del cabezal por transportar. El cual lo llevara a la zona de estiba, donde será descargado hasta con 2 grúas montadas sobre camión de 140 tons. de capacidad cada una. (foto 45 y 46).
20. Finalmente, en la zona de estiba se procede a dar el acabado final (chuleo), como es protección de pernos y placas base de dispositivo de apoyo en mensulas, se taponean los ductos del acero de presfuerzo, el mismo torón se protege con

cinta canela para protegerlos de la humedad, se trazan ejes de mensulas, se rotula para identificarlo y se sella por la supervisión para ser transportado a la obra. (foto 47).

21. Los cabezales serán curados estándar, utilizando pipas que los humedecerán por un periodo de 7 días posteriores al desalojo del molde. (foto 48).

NOTA: El postensado por requerimiento de proyecto, se hará en obra hasta que el cabezal este montado sobre las columnas que lo soportaran.

IV.4.1 PROCESO PARA EL POSTENSADO DE CABEZALES EN OBRA

1. Se prepara la aplicación del presfuerzo en la sección mediante gatos hidráulicos apoyados en el extremo de la salida de los cables.
2. Se inserta placa de anclaje, acercándola a la placa de apoyo ahogada en el cabezal.
3. Se ajustan cuñas a la placa de anclaje, cuidando que en el apoyo fijo no se corra el cable.
4. Se pretensa el cable hasta que se inicie la deformación del conjunto.
5. Se aplica el presfuerzo a la sección conforme lo indica el proyecto y siguiendo la secuencia de tensado de los cables.
6. Se inicia la aplicación de la carga en los cables llevando un registro donde se indica la carga aplicada y la deformación obtenida por cada incremento de carga.

7. Terminada la aplicación de la carga, se anclan los cables y se retira el equipo de tensado.
8. Se cortan las puntas del cable con pulidora y se cuela la caja del anclaje con concreto de las mismas características del cabezal.
9. Finalmente se procede al inyectado con mortero y aditivo al ducto que contiene los cables de presfuerzo dentro del cabezal, mediante un equipo de inyección y en una preparación de poliducto de $\varnothing=3/4"$ previamente dejada en la etapa del colado del cabezal.



Foto No. 37 Revisión por la supervisión del molde con todas sus preparaciones y detalles antes de ingresar el armado del acero de refuerzo

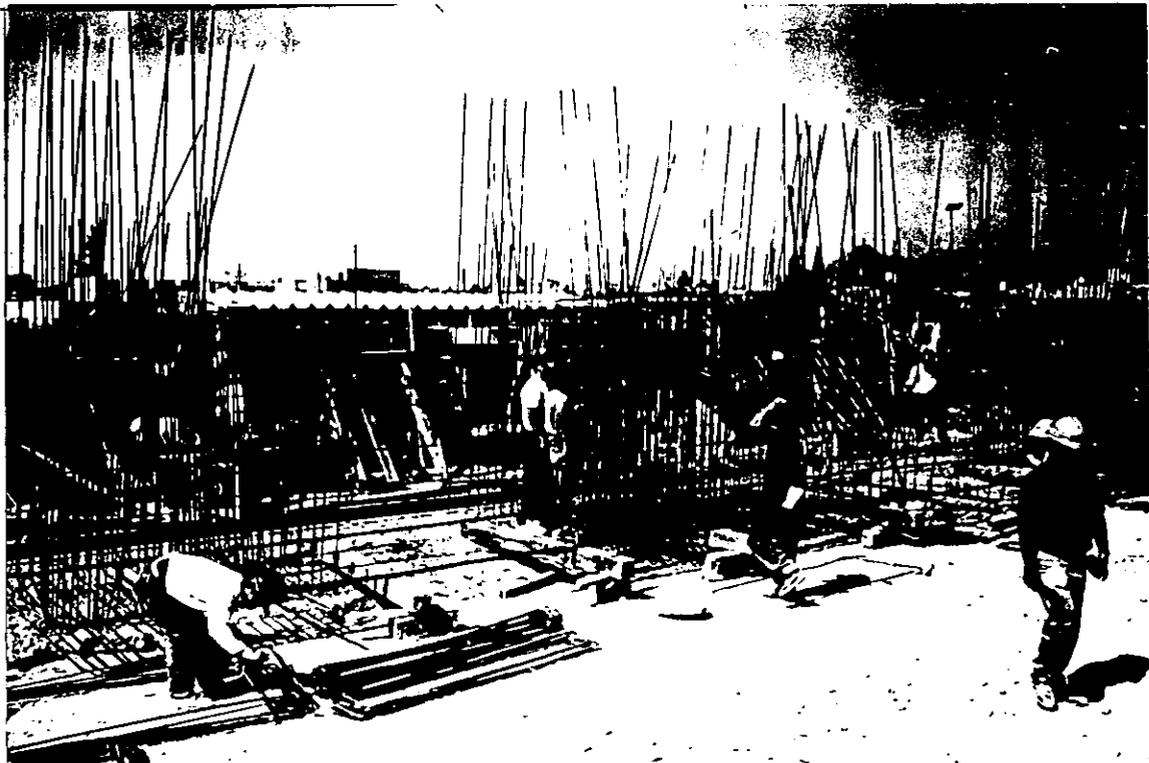
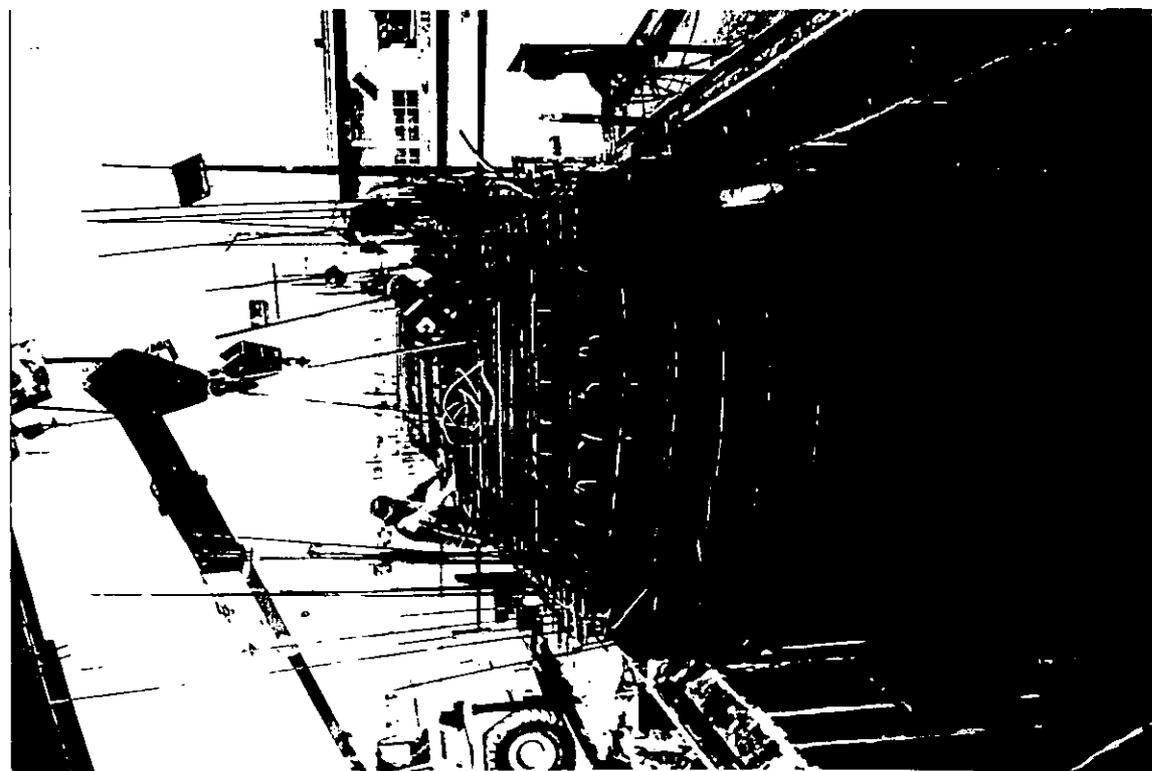


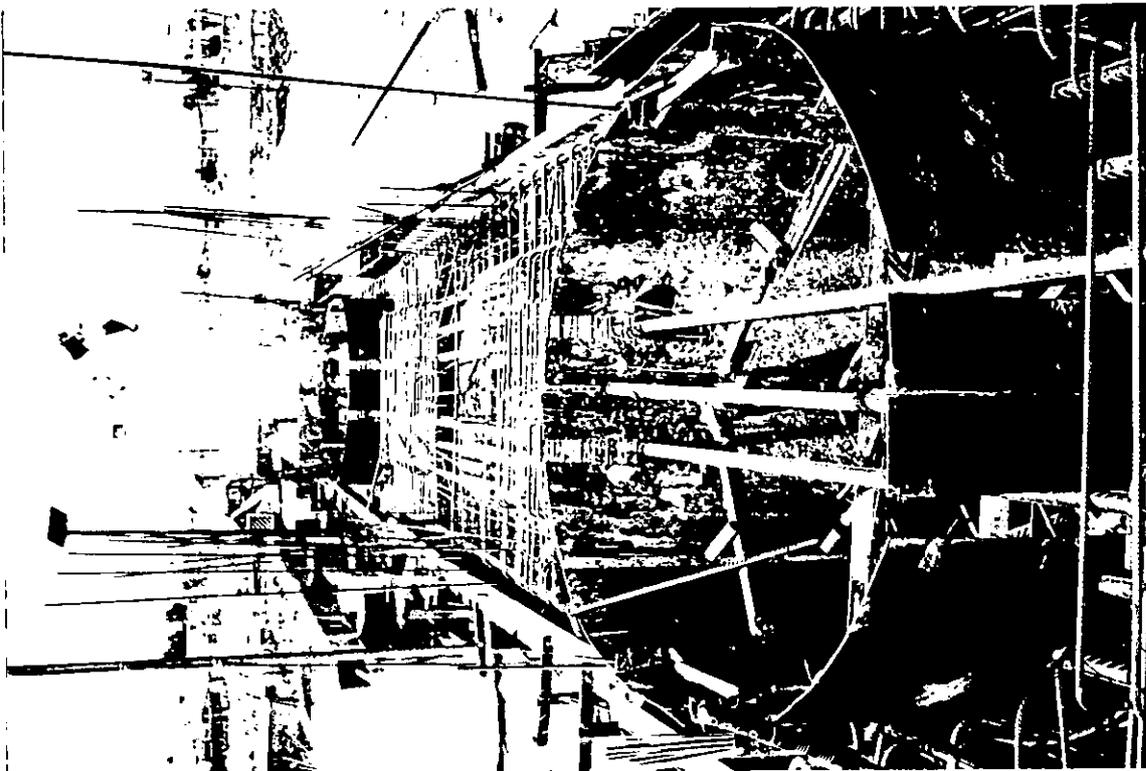
Foto No.38 Armado del acero de refuerzo del cabezal prefabricado.

Foto No. 39



Ingreso del armado del acero de refuerzo con el acero de presfuerzo, utilizando 2 grúas de 20 tons. Cada una..

Foto No 40.



Colocación de cimbra metálica en huecos oblongos para conexión con columnas prefabricadas y armado de losa superior.

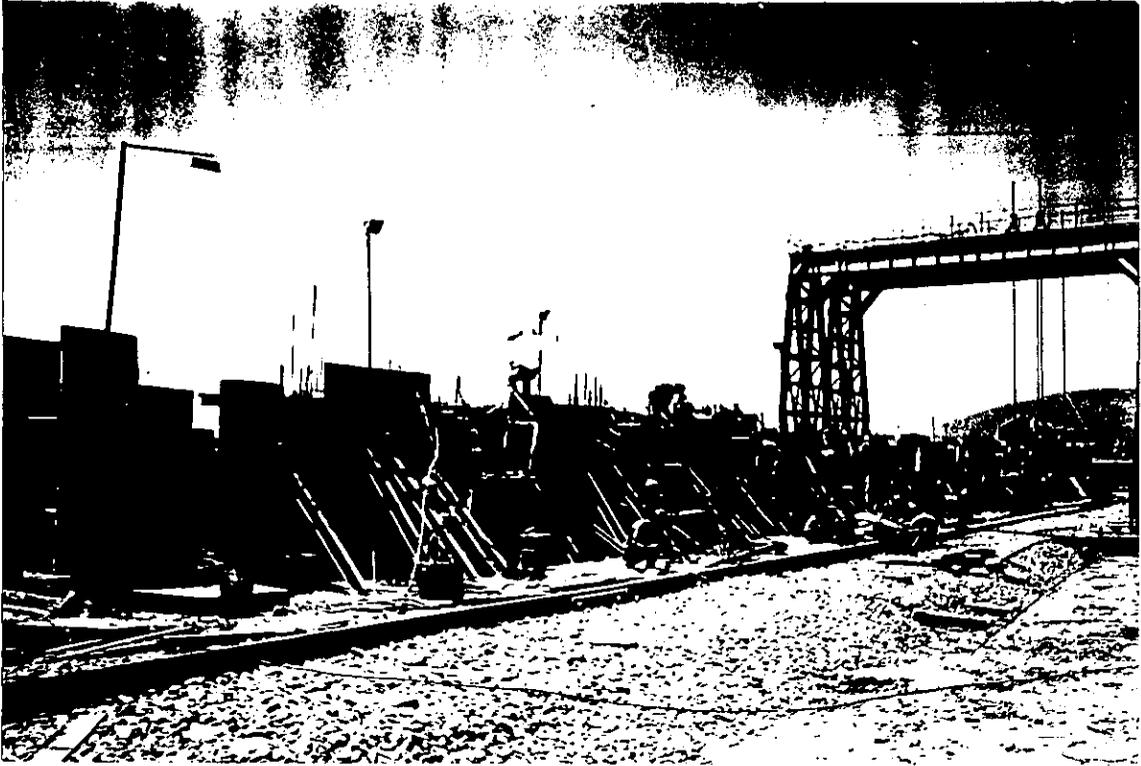


Foto No. 41 Revisión por la supervisión de todos los accesorios y detalles, antes de colar el cabezal prefabricado.



Foto No.42 Planta de concreto con equipo de bombeo, utilizada para el colado de los cabezales prefabricados.



Foto No. 43 Colado de cabezal prefabricado, utilizando equipo de bombeo y 3 vibradores como mínimo.

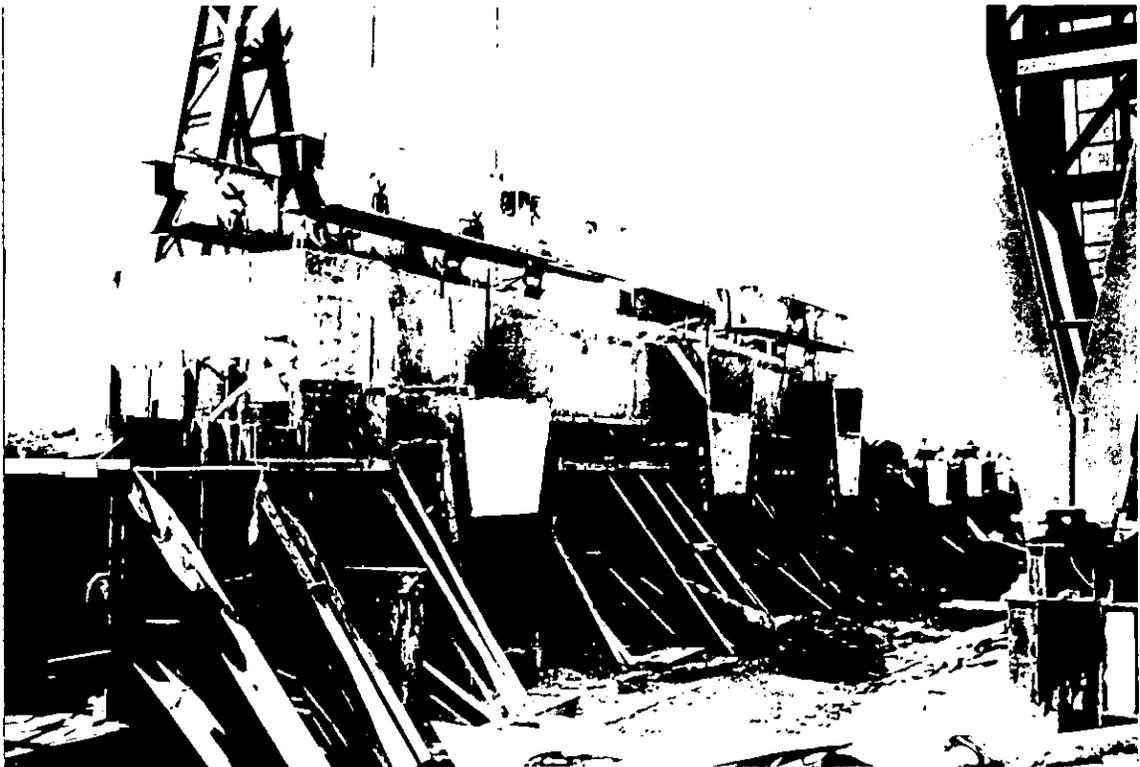


Foto No.44 Desalajo del cabezal del molde alcanzado el 80% de su resistencia de proyecto, utilizando los marcos de sustentación.

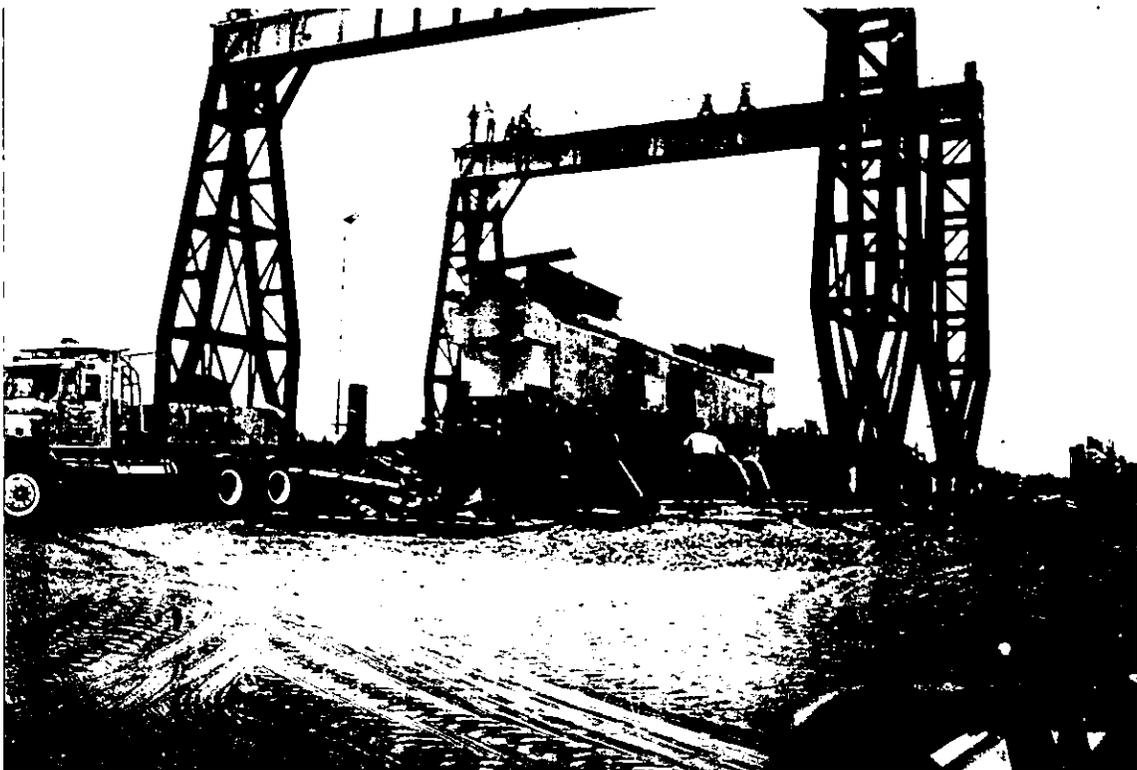


Foto No. 45 Carga del cabezal al equipo especial que lo transportara al terreno de almacenamiento.



Foto No.46 Descarga del cabezal del equipo que lo transporta utilizando l grúa de 140 tons. En el terreno de almacenamiento.

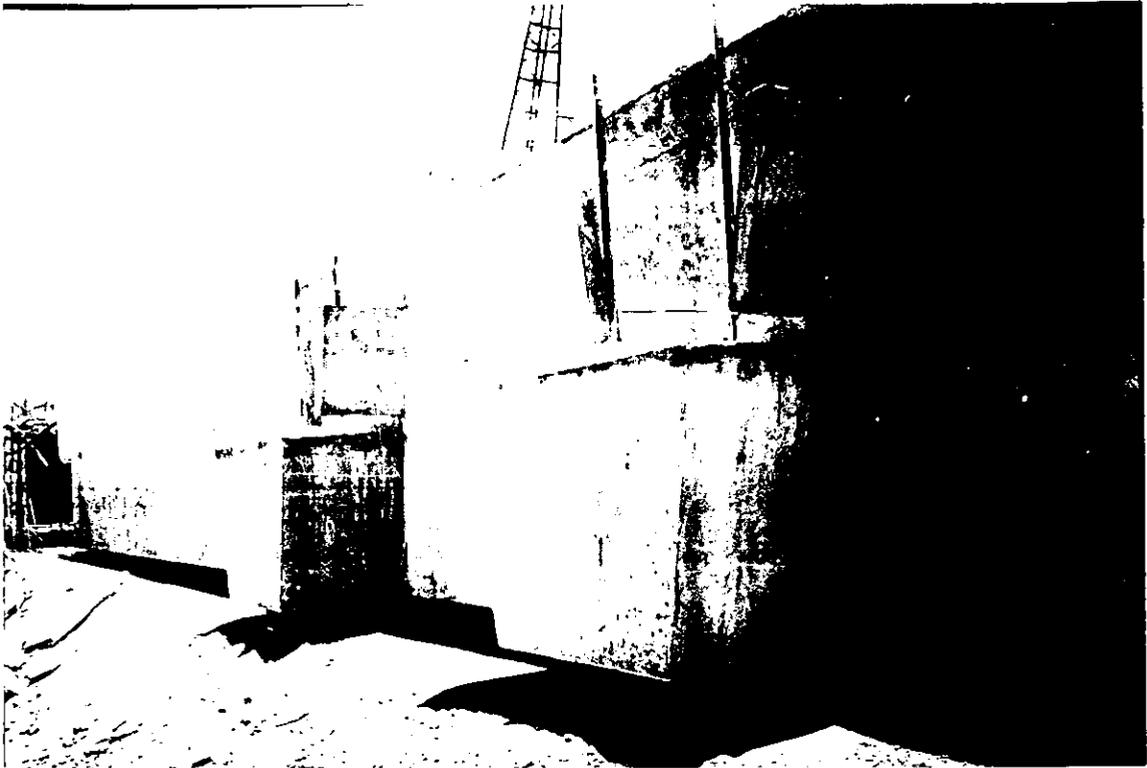


Foto No. 47 Cabezal terminado con protección de pernos en su cuerda y platos de ménsulas, para su conexión con las traves (TC).

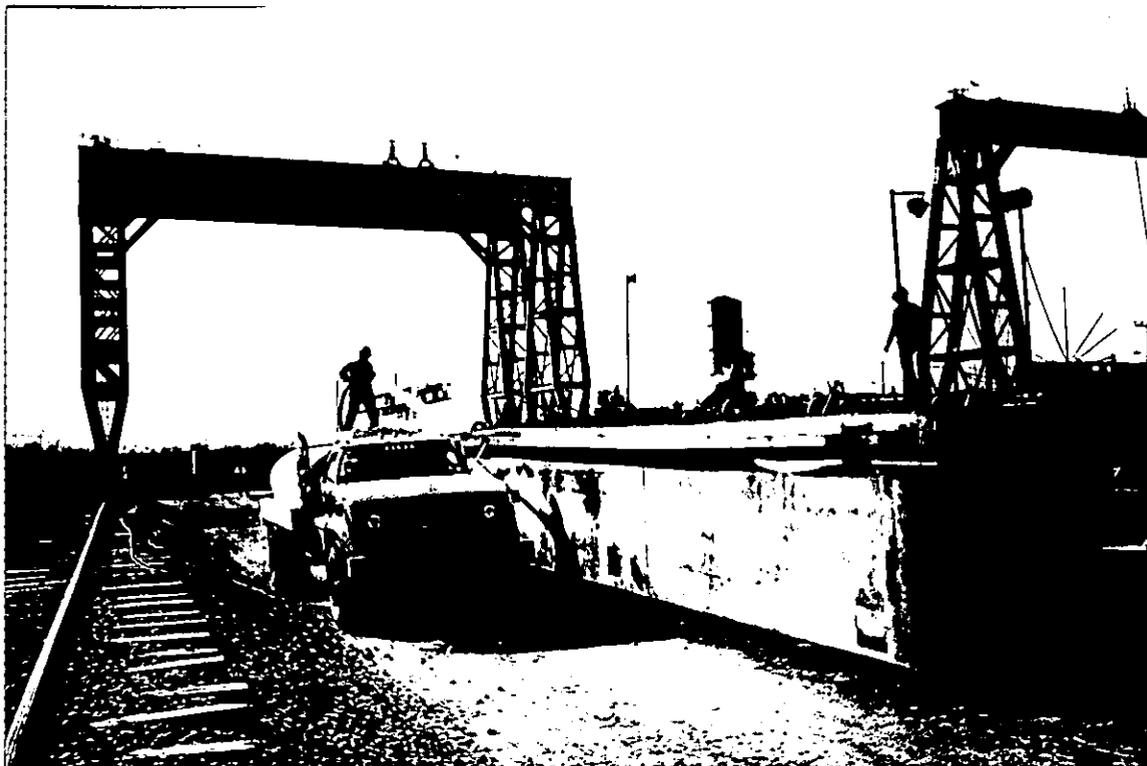


Foto No.48 Curado del cabezal prefabricado con agua, utilizando pipas durante 7 días posteriores al desalajo del molde.

IV.5 PROCESO CONSTRUCTIVO DE FABRICACIÓN DE TRABES CENTRALES (TC) PRESFORZADAS

ESPECIFICACIONES: Concreto $f'c=400 \text{ kg/cm}^2$

Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

Acero de presfuerzo: torones de $\varnothing=1/2''$

$f_{pu}=19000 \text{ kg/cm}^2$.

EL DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA, contara en su superestructura con 236 trabes centrales (TC) presforzadas de diferentes longitudes dependiendo del claro a salvar. Con peralte de 2.00 m para 214 trabes de las vialidades principales A (1er. nivel) y B (2 do. nivel) así como para la vialidad D (1er. nivel) y la vialidad E (1er. nivel) y con peralte de 1.40 m para 22 trabes de las vialidades C (1 er. nivel) F (2 do. nivel) y G (2 do. nivel). 23 trabes de apoyo (TA) presforzadas, 4 de las cuales tendrán transición de peraltes de 1.40 a 2.00 m (TA-15,16,17 y 18) para la vialidad F (2 do nivel). De diferentes longitudes dependiendo del claro a salvar. Con peralte de 2.00 m para 4 trabes(TA-9,10,11 y 12) para la vialidad E (1er. nivel) y con peralte de 1.40 m para 15 trabes de las vialidades C (1er. nivel), F y G (2 do. nivel).

6 trabes centrales de apoyo (TCA) presforzadas, con la característica de este tipo de trabes que en un extremo esta apoyara en la mensula del cabezal prefabricado y en el otro extremo ella recibirá una trabe central (TC). De diferentes longitudes dependiendo del claro a salvar. Con peralte de 2.00 m para 2 trabes de la vialidad C (1 er. nivel) y con peralte de 1.40 m para 4 trabes de la vialidad F (2 do. nivel).

10 traves (TB) presforzadas, con la característica de que estas traves tienen peralte de 65 cm y se ubican en la vialidad B (2 do nivel), entre los ejes 49-50 y 50-51. en la intersección de esta vialidad con el eje 1 norte.

172 traves (T) presforzadas para la zona de marcos (2 niveles), de longitudes semejantes con peralte de 1.209 m para(1 er. nivel) y 1.20 m para(2 do. nivel). Estas traves junto con las traves (TR) conformaran la pista de rodamiento de la zona de marcos del eje M1 al eje M43 y estaran apoyadas sobre traves de liga (TL) coladas en sitio.

86 traves de rigidez (TR) reforzadas para la zona de marcos (2 niveles), de longitudes semejantes con peralte de 1.209 m para (1er. nivel) y 1.200 m para (2 do. nivel). Estas traves junto con las traves (T) conformaran la pista de rodamiento de la zona de marcos del eje M1 al eje M43 y estaran apoyadas sobre las columnas prefabricadas en los 2 niveles.

Las 214 traves centrales (TC). Se apoyaran en las mensulas de los cabezales prefabricados, mediante la conexión de la placa inferior del dispositivo de apoyo y mediante la conexión de 2 pernos de la mensula del cabezal, que una vez montada la trave se atornillaran. Debiendo cuidar el sentido de orientación de la trave al momento de su montaje. Mientras que las 22 traves centrales (TC). Se apoyaran en las mensulas de las traves de apoyo (TA) mediante la conexión semejante a la de los cabezales prefabricados. Este mismo procedimiento de conexión se aplica para las 10 traves(TB).

Las 23 traves de apoyo (TA). Se montaran directamente sobre el capital superior de la columna colada en sitio y posteriormente se colaran sus huecos para hacer la conexión columna-trave TA. Las traves (TA) al igual que los cabezales

prefabricados tendrán la función de servir de apoyo a las traves (TC), por medio de sus mensulas en cada extremo.

Las 6 traves centrales de apoyo(TCA). Tienen la característica como ya mencionamos de contar en un extremo con mensula para apoyar la trabe (TC) y en el otro esta se apoyara sobre la mensula de un cabezal prefabricado. Las traves (T) y (TR) de la zona de marcos cuentan únicamente en sus extremos con una nariz para apoyarse directamente sobre neoprenos en las traves de liga(TL) coladas en sitio y en las columnas prefabricadas respectivamente.

Debido a que el proceso constructivo para la fabricación de traves presforzadas es similar para todos los tipos que conforman el proyecto del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA.

Describiremos únicamente el proceso constructivo para la fabricación de las traves centrales (TC) del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA.

El concreto empleado para las traves es de $f'c=400 \text{ kg/cm}^2$. Las traves (TC), tendrán acero de presfuerzo de $\varnothing=1/2"$ de 38 a 78 torones por trabe y serán tensados uno por uno con una carga máxima de 13700 kg. (para toron de baja relajación grado 270K), utilizando gato hidráulico monotoron.

Para la fabricación de las traves (TC) nos apoyaremos en los planos "Despiece de traves en pista de rodamiento eje A-1 a eje A-28 vialidad A, eje C-1 a eje C-10 vialidad C, eje D-1 a eje D-12 vialidad D, eje E-1 a eje E-5 vialidad E" "Despiece de traves en pista de rodamiento eje A-29 a eje A-58 vialidad A" "Despiece de traves en pista de rodamiento eje B-1 a eje B-33 vialidad B. Eje F-1 a eje F-15 vialidad F" y "Despiece de traves en pista de rodamiento eje B-34 a eje B-

56 vialidad B, eje G-1 a eje G-7 vialidad G". los cuales nos proporcionaran la ubicación de las traveses por niveles, vialidades y ejes.

Las traveses (TC) presforzadas, cumplirán estrictamente con las dimensiones, armado de refuerzo y distribución del acero de presfuerzo que se indican en planos estructurales y de presfuerzo de traveses prefabricadas. La geometría de las traveses (TC) prefabricadas estará regida por el plano "Geometría para fabricación de traveses (TC) 1 er. nivel" y por el plano "Geometría para fabricación de traveses (TC) 2 do. nivel".

Las traveses (TC) tendrán en un extremo una mensula con apoyo fijo y en el otro extremo una mensula con apoyo móvil. Las traveses (TC) contarán con 6 accesorios laterales por lado (placa de 20X20 cm) para recibir el diafragma metálico, colocado en obra. Algunas traveses (TC) dependiendo de su ubicación por claro si son de la orilla llevarán pretil en un costado.

La fabricación de este tipo de traveses (TC), se asignó a 2 empresas de prefabricados. Una para peraltes de 1.40 m y una para peraltes de 2.00 m.

Debido a que las traveses con peralte de 2.00 m son 214 elementos, la planta contó con terreno suficiente para el almacenaje de las traveses por tiempo indeterminado, así como instalaciones amplias para la fabricación diaria y caldera para el curado acelerado a vapor.

La secuencia básica para la fabricación de las traveses centrales (TC) presforzadas es la que se enumera en el siguiente proceso constructivo:

1. Se diseña la mesa de trabajo metálica a base de tubo de $\varnothing=36$ " empatao con placas y tornillos de alta resistencia. La cual tendrá como finalidad alojar la cimbra metálica (molde), para la fabricación de las trabes (TC). La cual contara en su parte superior con una rejilla longitudinal para los movimientos del personal' además de contar con sistema de anclaje clasificado como sistema de puntal a compresión diseñados con transversas de anclaje del acero de presfuerzo en los extremos de la mesa.
2. Se inicia el habilitado de la cimbra metálica a base de placa de 1/4" de espesor para armar el molde.
3. Una vez que se tiene habilitada toda esta placa, se procede al armado del molde dependiendo de la trabe (TC) que se vaya a fabricar, en esta actividad entra una cuadrilla de topografía para el trazo de la geometría de la trabe (de acuerdo a los planos geométricos de proyecto), trazando longitudes, anchos, alturas de mensulas, pateos, esviajes en mensulas, alineación, ubicación de accesorios para recibir diafragmas, así como limitación de fronteras.
4. Una vez revisado y autorizado el molde por la supervisión se aplica desmoldante a la superficie en contacto con el concreto.
5. En forma simultanea con las actividades anteriores, se habilita el acero de refuerzo y se arma la sección de la trabe sobre polines. El acero de refuerzo deberá colocarse en la posición indicada en los planos estructurales, cumpliendo estrictamente con los recubrimientos mínimos, diámetros, distribución etc. Cabe mencionar que todo el armado de las mensulas es tipo.(foto 49, 50 y 51).

6. Se colocan los accesorios metálicos (placa de 20X20 cm) para recibir los diafragmas metálicos en obra, conforme se indica en planos geométricos.
7. Para fabricaciones en línea donde se cuele más de un elemento a la vez o una sola trabe, se inserta el acero de presfuerzo en el armado de refuerzo de acuerdo a la cantidad y distribución indicado en planos de presfuerzo.(foto 52).
8. Una vez concluido el armado de refuerzo con el acero de presfuerzo, se introduce al molde, calzandose en la base y costados con pollos.
9. Para las trabes (TC, TA, TCA y TB) que son elementos con cimbra interior recuperable, esta se coloca una vez que se introduce el armado de refuerzo al molde, donde se termina de armar la losa superior, calzando la cimbra interior y sujetandola firmemente a la cimbra fija (molde) y se colocan los 8 ganchos de izaje.(foto 53y 54).
10. Se procede al tensado, una vez que todos los cables se encuentran con sus anclajes colocados, procediéndose a tensar del centro hacia los extremos en forma alternada y de abajo hacia arriba, utilizando un gato hidráulico monotoron.(foto 55)
11. Una vez supervisadas todas las preparaciones y accesorios que debe llevar la trabe (TC) (conforme a proyecto). Se precede al colado con aprobación y en presencia de la supervisión. (foto 56).
12. Se cuele la trabe (TC) iniciando por un extremo en forma continua evitando que el concreto sea arrastrado con el vibrador preferentemente se coloca en 3 capas a lo alto del molde. Se evitara durante el colado que los vibradores

permanezcan en contacto con el molde, acero de refuerzo y acero de presfuerzo. (foto 57).

13. Debido al ciclo de producción se aplicara curado a vapor a todas las trabes (TC) con peralte de 2.00 m . Utilizando una caldera móvil de acuerdo al siguiente procedimiento:

IV.5.1 PROCESO PARA EL CURADO A VAPOR DE TRABES (TC).

- a) Se coloca la cámara de vapor conforme se avanza el colado de la trabe.
- b) Después de terminar el colado se le aplica vapor dejando pasar el tiempo de repose que las condiciones del elemento y el diseño de la mezcla requiera (2 a 3 horas).
- c) Una vez iniciada la aplicación del vapor se verifica que no exista fuga.
- d) El tiempo de vapor aplicado es función de la temperatura interna de la camara de curado, de la resistencia a adquirir y las características del elemento, normalmente se aplican de 8 a 10 horas de vapor.
- e) Durante el curado la temperatura es tomada por lo menos en 3 puntos a lo largo de la trabe colada, con intervalos de 1 hora, registrando su temperatura en grados centígrados (°C) y reportándolo en su formato respectivo.
- f) Se verifica que la trabe alcance el 80% de su resistencia de proyecto (320 kg/cm²) antes de iniciar a retirar la camara de vapor (mediante el ensaye de cilindros a compresión).

g) Con la resistencia de proyecto al 80% alcanzada, se procede a retirar la cámara de vapor, una vez que haya transcurrido cuando menos 1 hora de que se corta la aplicación de este. (foto 58 y 59).

14. Se procede a realizar el destensado de la trabe alcanzado el 80% de su resistencia de proyecto (320 kg/cm^2), iniciando el corte de arriba hacia abajo y de los extremos hacia el centro alternadamente. Se utilizará equipo mecánico de corte, en caso de que exista suficiente distancia entre el punto de corte y el extremo o paño de la trabe (min. 25 cm). (foto 60).
15. Se extrae la trabe de la cimbra fija (molde) tomándola de los 8 ganchos de izaje establecidos por proyecto y utilizando 2 grúas con capacidad de 90 tons. cada una, colocándola en un tractocamión con cama baja (lowboy) y dolly, mismo que la transportara a la zona de estiba para el detallado final. (foto 61 y 62).
16. Se efectúa el corte de puntas del acero de presfuerzo (torón) con pulidoras y resane de la trabe tapando la zona de anclaje de los torones con mortero y un aditivo master-flow o similar
17. Finalmente la estiba de las trabes prefabricadas en la planta de prefabricados se hará sobre un terreno mejorado previamente (por el tiempo indeterminado que estarán almacenadas), apoyadas sobre durmientes en sus extremos de zona maciza y no deberán ser apoyadas nunca en la zona aligerada en ningún caso. (foto 63, 64, 65, 66, 67, 68 y 69).



Foto No. 49 Habilitado del acero de refuerzo para la fabricación de las traves centrales (TC) presforzadas.



Foto No.50 Accesorios tipo para el armado de las mensuales de las traves centrales (TC) con peralte de 2.00 m



Foto No. 51 Armado del acero de refuerzo con accesorio para ménsula de trabe central (TC) con peralte de 2.00m.

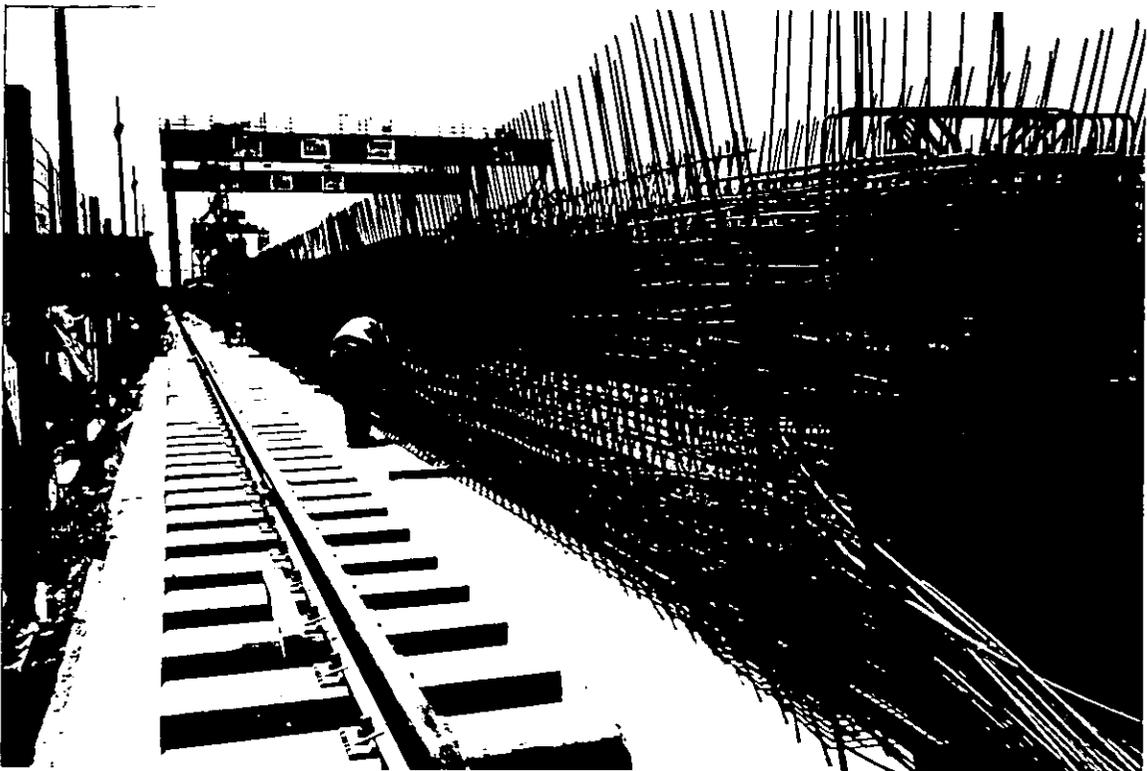


Foto No.52 Inserción del acero de presfuerzo en el armado del acero de refuerzo de trabe central (TC) con peralte de 2.00 m

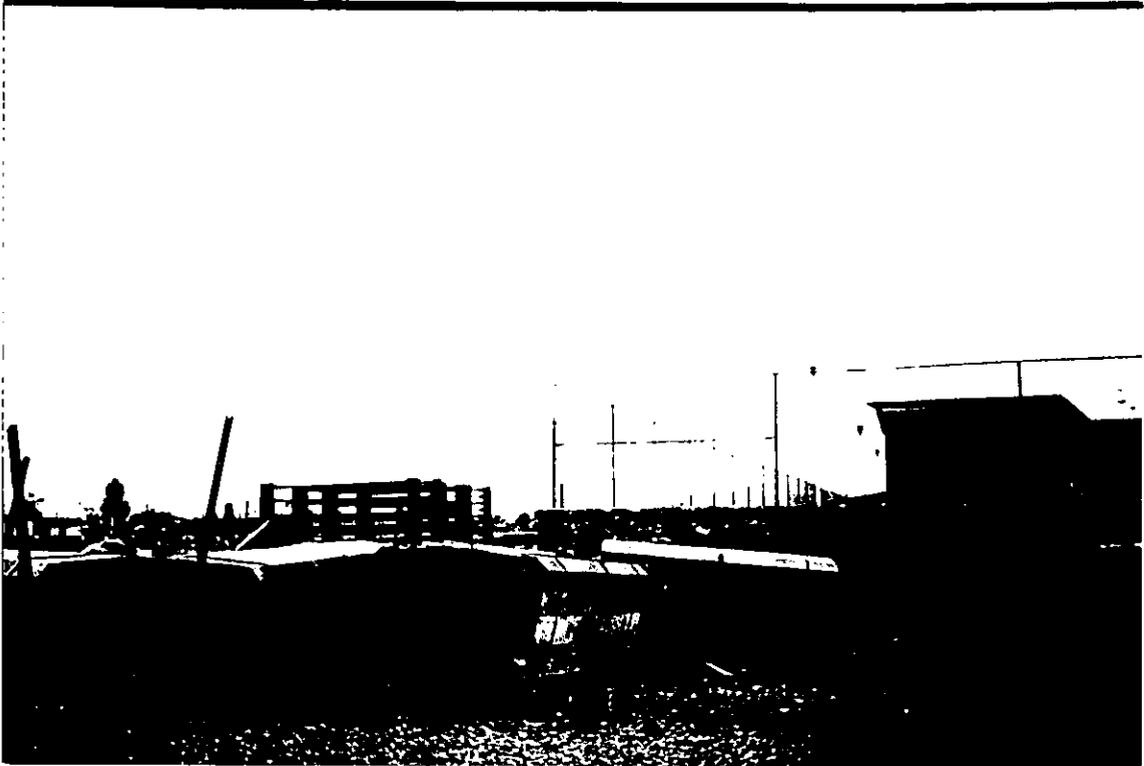


Foto No. 53 Cimbra interior recuperable (en zonas aligeradas) para traves prefabricadas tipo cajón (TC), (TA), (TCA) y (TB).

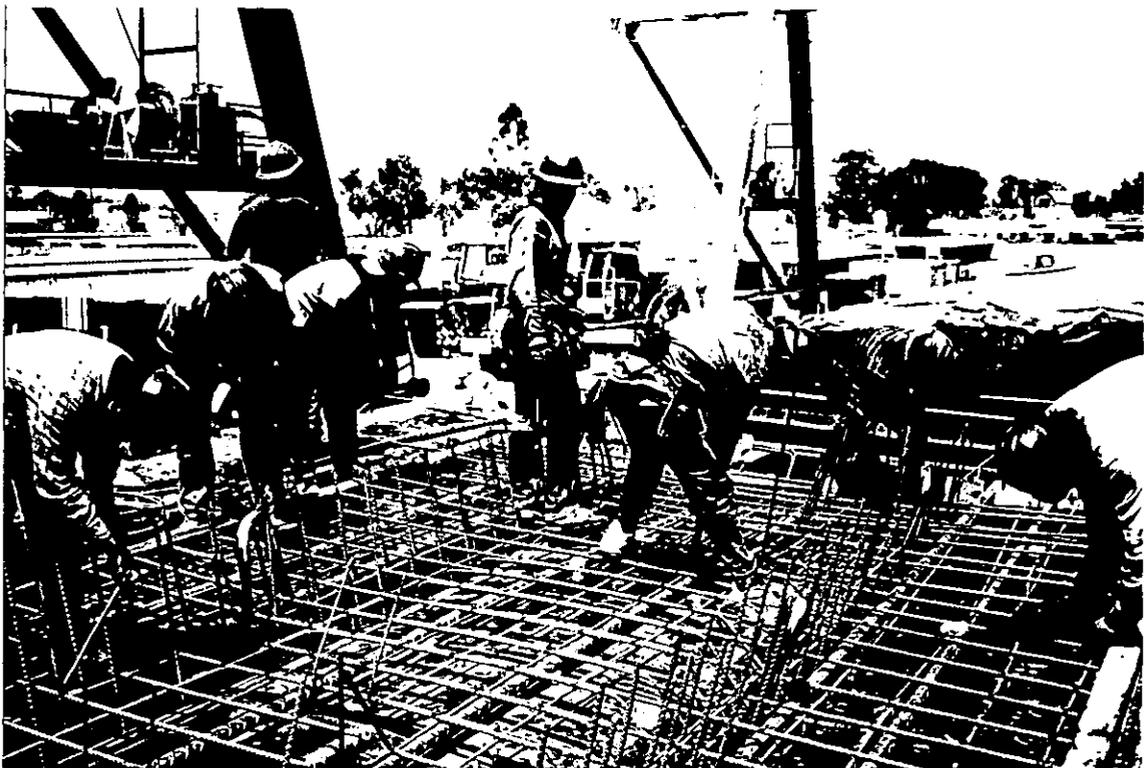


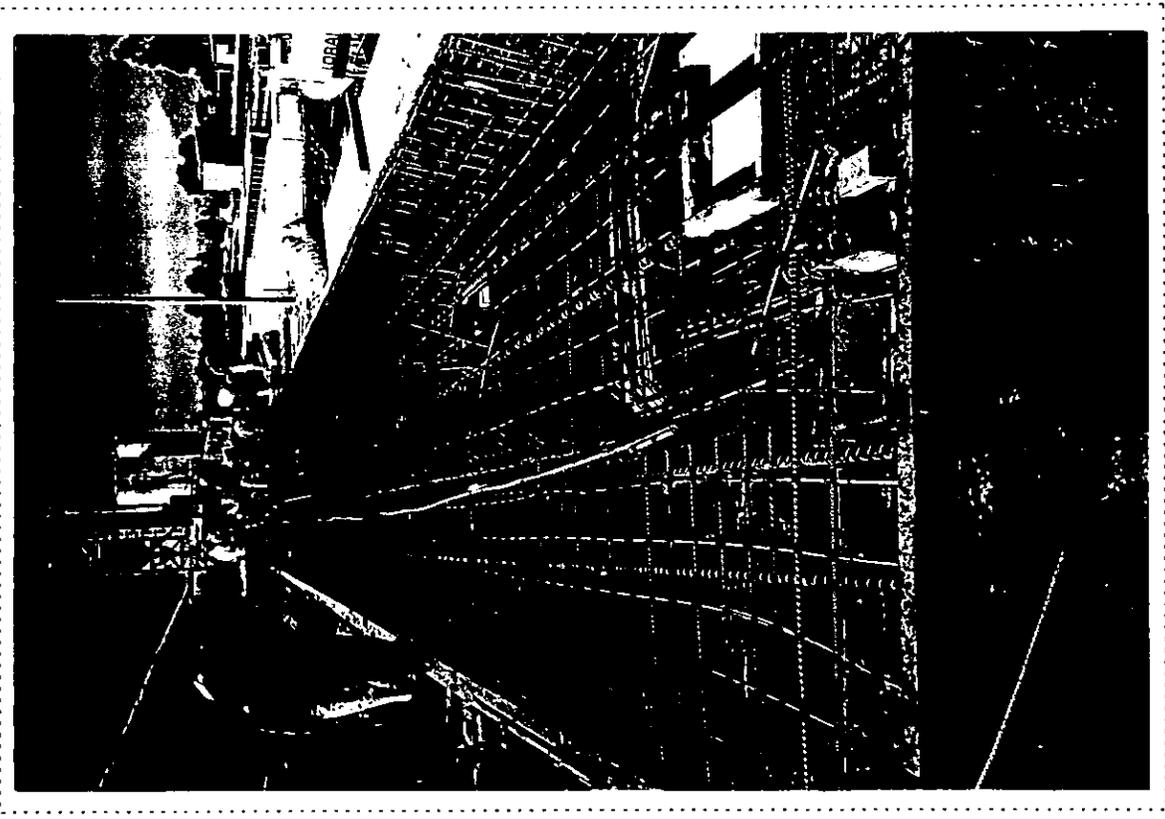
Foto No.54 Armado de losa superior, previa colocación de la cimbra recuperable en zonas aligeradas de trabe central (TC).



Foto No. 55 Momento del tensado de los cables de presfuerzo, utilizando gato hidráulico monotorón en traves presforzadas.



Foto No. 56



Revisión por la supervisión de los accesorios y detalles antes de autorizar el colado de la trabe central (TC)



Foto No. 57 Colado de la trabe central (TC), utilizando ollas revolvedoras y canalones.



Foto No.58 Caldera montada sobre plataforma para aplicación de curado a vapor a traves centrales (TC) con peralte de 2.00 m.



Foto No. 59 Protección con lonas para conservar la temperatura durante y después de la aplicación del vapor de traves (TC)..

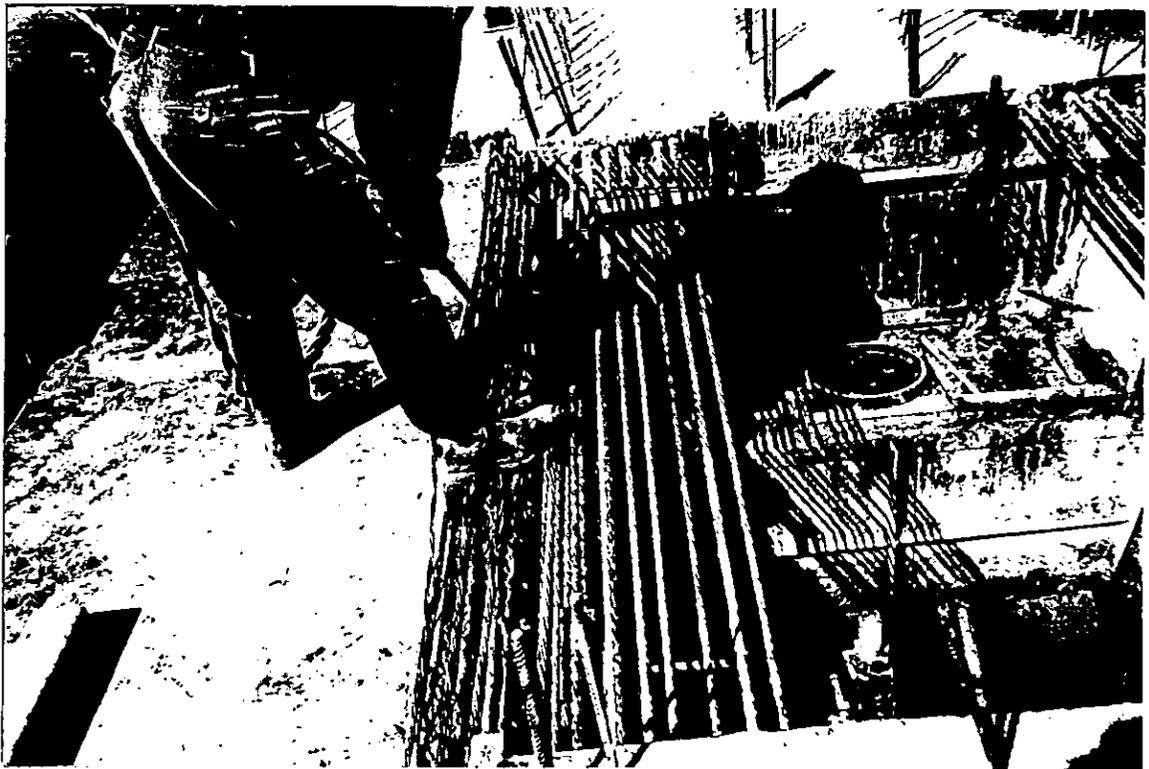


Foto No.60 Destensado de la trabe (TC), una vez alcanzado el 80% de la resistencia de proyecto, utilizando equipo de corte.

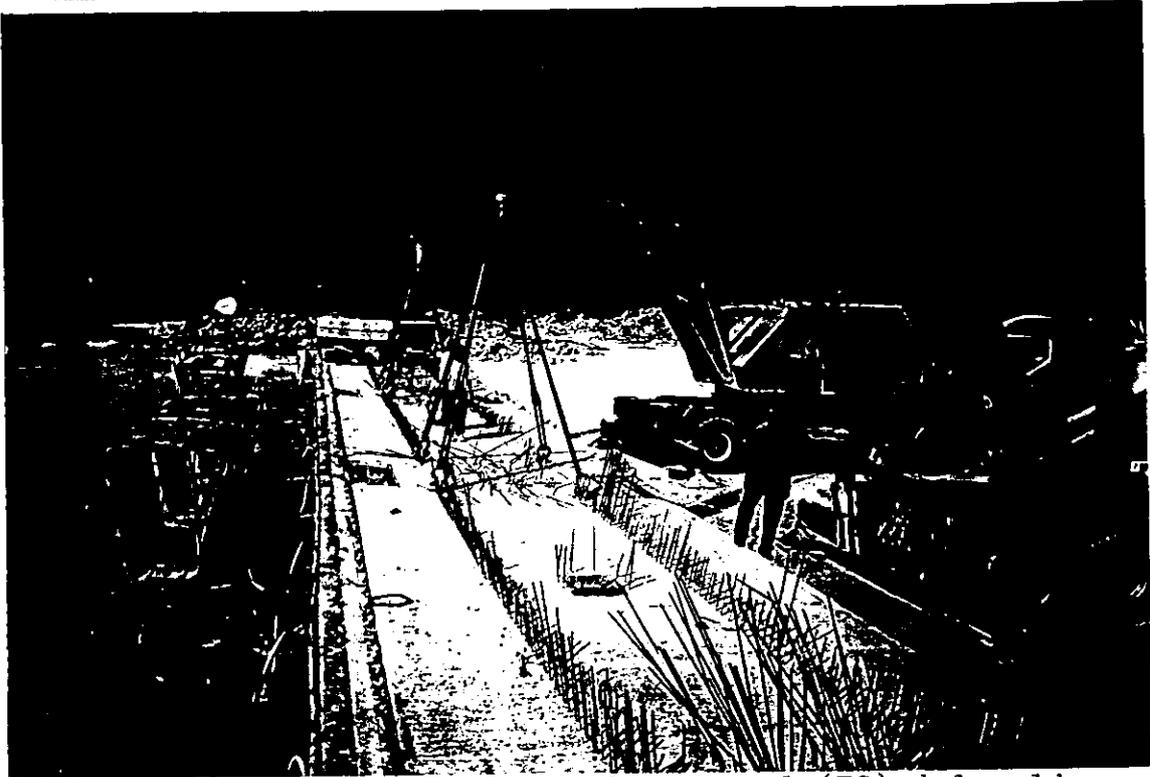


Foto No. 61 Extracción de la trabe central (TC) del molde, utilizando 2 grúas de 90 tons. cada una.

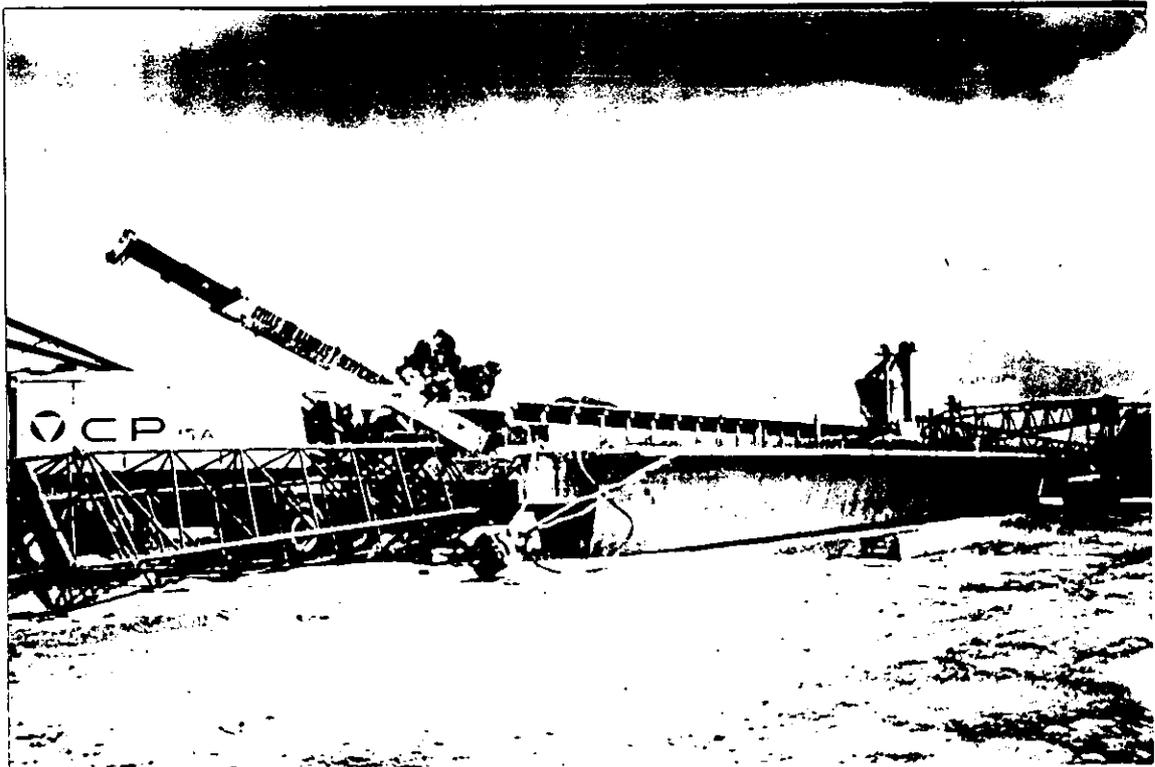


Foto No.62 Trabe dañada por el vencimiento de las plumas de las grúas por no tener precaución durante la maniobra.



Foto No. 63 Detallado general de la trabe central (TC), antes de ser autorizadas y selladas por la supervisión para su transporte a obra.



Foto No.64 Almacenamiento de las traves centrales (TC) con peralte de 2.00 m en planta de prefabricados, sobre un terreno mejorado.

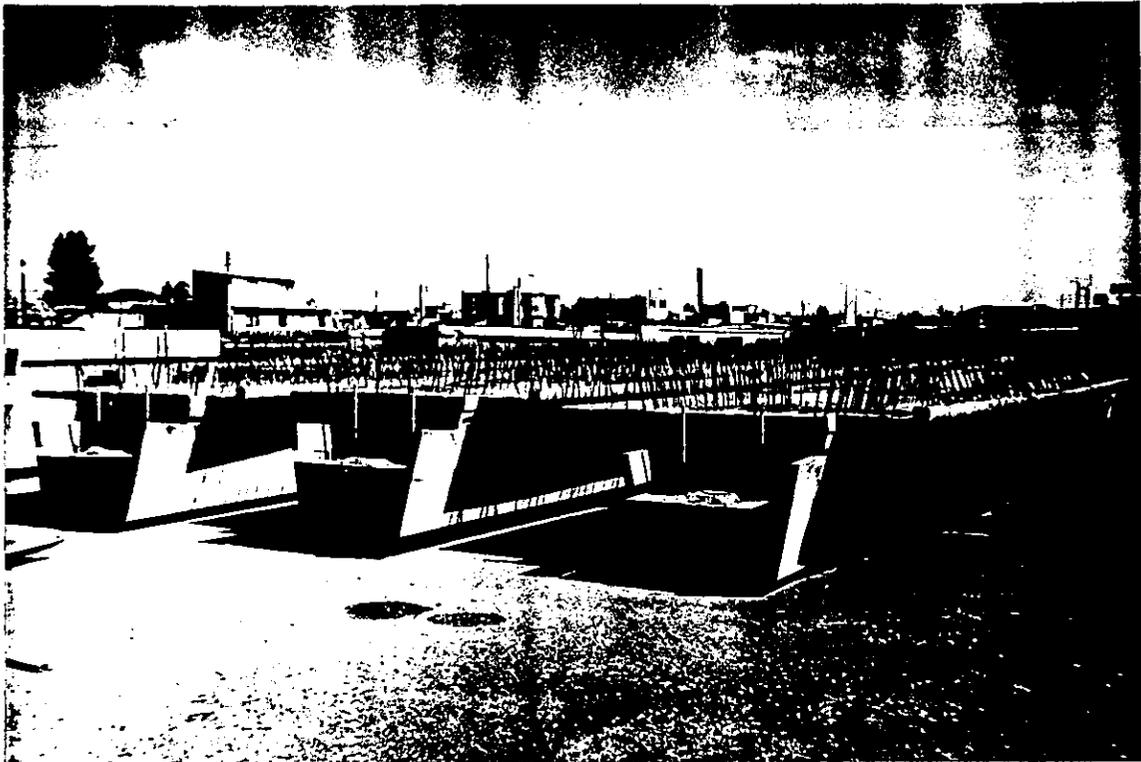


Foto No. 65 . Almacenamiento de trabes de apoyo (TA) con peralte de 1.40 m en planta de prefabricados, sobre un terreno mejorado.



Foto No.66 Almacenamiento de trabes centrales de apoyo (TCA) con peralte de 2.00 m en planta de prefabricados.



Foto No. 67 Almacenamiento de trabes tipo (TB) con peralte de 65 cm en planta de prefabricados, sobre un terreno mejorado.

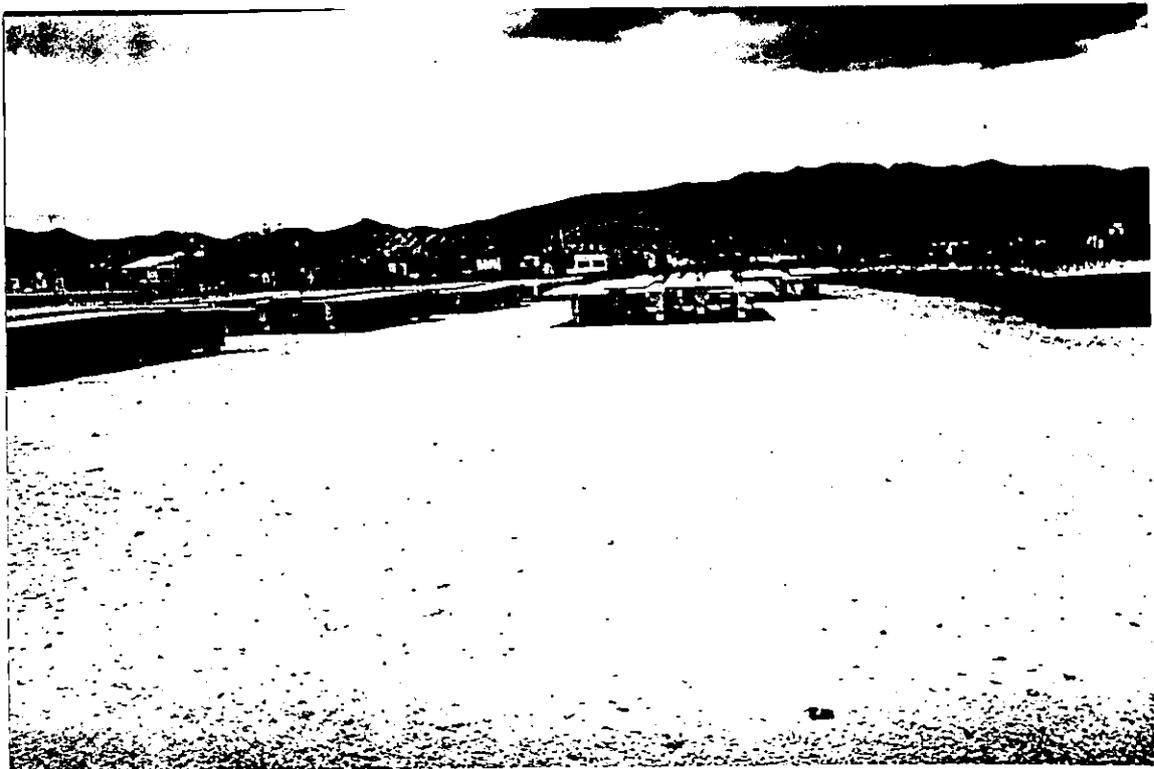


Foto No.68 Almacenamiento de trabes tipo (T) en planta de prefabricados, sobre un terreno mejorado.



Foto No. 69 Almacenamiento de travesaños de rigidez tipo (TR) en planta de prefabricados, sobre un terreno mejorado.

CAPITULO V
CONTROL DE CALIDAD DE
ELEMENTOS
PREFABRICADOS.

CAPITULO V CONTROL DE CALIDAD DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

V.1 Concreto

V.1.1 Materiales

- a) Cemento Portland
- b) Agregados
- c) Agua
- d) Aditivos

V.1.2 Elaboración del concreto

- a) Proporciónamiento de las mezclas
- b) Dosificación
- c) Transporte
- d) Colocación del concreto
- e) Colados con temperaturas altas
- f) Curado

V.1.3 Concreto premezclado

- a) Generalidades
- b) Datos para pedido
- c) Aceptación de la planta y control de calidad del concreto

V.1.4 Pruebas en el concreto

- a) Generalidades
- b) Tamaño máximo del agregado
- c) Consistencia
- d) Peso volumetrico en estado fresco
- e) Relación agua-cemento
- f) Temperatura
- g) Fraguado
- h) Resistencia del concreto a compresión

i) Resistencia del concreto a flexión

j) Modulo de elasticidad

k) Frecuencia de pruebas

V.1.5 Concreto presforzado

a) Materiales

b) Concreto

c) Mortero para inyección

d) Elaboración

V.2 Acero de refuerzo

a) Materiales

b) Habilitado

c) Colocación en concreto precolado

d) Tolerancias

V.3 Acero de presfuerzo

a) Materiales

b) Aplicación del presfuerzo

c) Habilitado, colocado y tolerancia.

CONTROL DE CALIDAD DE ELEMENTOS PREFABRICADOS: Son los requisitos mínimos que deben cumplir los materiales, procesos, procedimientos de elaboración y ejecución necesarios para la construcción de elementos y estructuras de concreto de un proyecto como el **DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA**. Las especificaciones para que se lleve a cabo este control de calidad están basadas en orden de prioridad en los siguientes documentos:

- Reglamento de construcciones para el Distrito Federal (RCDF87).
- Especificaciones para el proyecto y construcción de las líneas del metro de la ciudad de México (COVITUR).
- Normas Oficiales Mexicanas (NOM).
- Sociedad Americana para pruebas y materiales (ASTM).

Para efecto de este trabajo nos abocaremos al control de calidad en el concreto, acero de refuerzo y acero de presfuerzo. Ya que son los materiales principales en la fabricación de los diferentes elementos prefabricados que componen el proyecto del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA.

V.1 CONCRETO

V.1.1 MATERIALES:

Los materiales que se emplean en la elaboración de concreto hidráulico serán cemento portland, agregados finos y gruesos seleccionados, agua y aditivos aprobados por la dirección de obra.

a) Cemento portland

El cemento portland utilizado será tipo II y cumplirá con las Especificaciones de la Norma Oficial Mexicana (NOM C-1) "Cemento Portland"

Esta norma oficial mexicana nos establece las especificaciones que debe cumplir el cemento Portland, utilizado en la construcción, el Cemento Portland se empleará para la elaboración de : Concretos, morteros, lechadas, productos de asbesto-cemento y elementos prefabricados de concreto reforzado (pretensados o postensados). De dicha norma describiremos lo mas importante de mencionar.

Definiciones

Cemento Portland: Es el conglomerado hidráulico que resulta de la pulverización del clinker frío, aun grado de finura determinado, al cuál se le adicionan sulfato de calcio natural, o agua. A criterio del productor pueden incorporarse además, como auxiliares a la molienda o para impartir determinadas propiedades al cemento, otros materiales en proporción tal que no sean nocivos para el comportamiento posterior del producto.

Conglomerado Hidráulico: Es el material finamente pulverizado, que al agregarle agua, ya sea solo o mezclado con arena, grava, asbesto u otros materiales similares, tiene la propiedad de fraguar tanto en el aire como en el agua y formar una masa endurecida.

Clinker: Es el mineral sintético granular, resultante de la cocción a una temperatura del orden de (1400° C), de materias primas de naturaleza calcárea y arcillo ferruginosa, previamente trituradas, proporcionadas, mezcladas, pulverizadas, y homogeneizadas. Esencialmente el clinker esta constituido por silicato, aluminato y aluminio ferrito cálcicos.

Sulfato de calcio natural: Es el sulfato cálcico dihidratado, hermihidratado o anhidro.

Clasificación.

Para los efectos de esta norma, el cemento portland se clasifica en los 5 tipos siguientes:

Tipo I común. Para uso general en construcciones de concreto cuando no requieran las propiedades especiales de los tipos II, III, IV y V.

Tipo II Modificado. Destinado a construcciones de concreto expuestas a una acción moderada de los sulfatos o cuando se requiera un calor de hidratación moderado.

Tipo III de rápida resistencia alta. Para la elaboración de concretos en los que se requiera, una alta resistencia a temprana edad.

Tipo IV de bajo calor. Cuando se requiera un bajo calor de hidratación.

Tipo V de alta resistencia a los sulfatos. Cuando se requiera una alta resistencia a la acción de los sulfatos.

El Cemento Portland Blanco puede ser clasificado como tipo I o tipo III, según satisfaga los requerimientos de esta norma para los tipos mencionados. Dado su bajo o nulo contenido de óxido férrico se caracteriza únicamente por ser blanco y no gris.

Especificaciones del producto.

Especificaciones químicas. El cemento a que se refiere esta norma debe satisfacer los requisitos químicos que se anotan en la tabla 5.1 de acuerdo con su tipo:

TABLA 5.1 Especificaciones químicas del cemento Portland.

Compuestos y características.	TIPO				
	I	II	III	IV	V
óxido de silicio (SiO ₂) min. %	–	21.0	–	–	–
óxido de aluminio (Al ₂ O ₃) máx.%	–	6.0	–	–	–
óxido férrico (Fe ₂ O ₃) máx. %	–	6.0	–	6.5	–
óxido de magnesio (MgO) máx. %	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
anhidro sulfúrico (SO ₃) máx. %	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
perdida de calcinación máx. %	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
residuo insoluble máx %	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
silicato tricálcico (3 CaO SiO ₂) máx %.	–	–	–	35	–
silicato dicálcico (2CaOSiO ₂) min.%	–	–	–	45	–
aluminato tricálcico (3Ca-Al ₂ O ₃) máx. %	–	8	15	7	5

Especificaciones físicas. El cemento a que se refiere esta norma debe satisfacer los requisitos que se anotan en la tabla 5.2 de acuerdo a su tipo.

TABLA 5.2 Especificaciones físicas del cemento Portland.

Características.	TIPO				
	I	II	III	IV	V
método de permeabilidad al aire min.	2800	2800	–	2800	2800
sanidad (prueba de auto - clave expansión máx. en %)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
tiempo de fraguado, método Vicat					
fraguado inicial en minutos, no menos de	45	45	45	45	45
fraguado final en horas, no menos de	8	8	8	8	8
resistencia a la compresión en kg f/ cm ² en cubos de mortero (arena graduada estándar), relación agua/cemento constante de 0.485.					
valores mínimos					
a las 24 horas	–	–	130	–	–
a los 3 días	130	105	250	–	85
a los 7 días	200	175	–	70	155
a los 28 días	–	–	–	175	210

Marcado, etiquetado y embalaje.

Marcado y etiquetado.

Cuando el cemento se entregue en sacos, se deben indicar claramente en estos los siguientes datos:

El nombre del producto

La marca registrada

El nombre o símbolo del fabricante

La ubicación de la planta

El tipo de cemento

El contenido neto en kilogramos

La leyenda. "HECHO EN MEXICO"

y cuando la Secretaria de Patrimonio y Fomento Industrial lo autorice el Sello oficial de garantía.

Cuando el cemento se entregue a granel, (como es el caso para las plantas de prefabricados), las notas de embarque deben contener los datos de identificación que se indicaron anteriormente.

Embalaje.

Los depósitos que se utilizan para el almacenamiento del cemento Portland deben estar contruidos de tal forma que la calidad del producto en ellos almacenado no se deteriore por la acción de la intemperie y deben tener fácil acceso para la inspección y el muestreo.

Muestreo.

Cuando se requiera un muestreo para una inspección este podrá, ser establecido de común acuerdo entre productor y comprador. Para efectos oficiales el muestreo estará sujeto a las disposiciones reglamentarias de la inspección que se efectúe

Informe.

El informe de los resultados obtenidos en las diferentes pruebas efectuadas al cemento se deben hacer dentro de los límites de tiempo siguientes:

Para las pruebas de 24 horas	-----6 días
Para las pruebas de 3 días	-----8 días
Para las pruebas de 7 días	-----12 días
Para las pruebas de 28 días	-----33 días

Rechazo.

El cemento puede ser rechazado si no cumple con todas estas especificaciones. El cemento que no cumpla con la prueba de sanidad en autoclave, podrá aceptarse si en una repetición con una nueva muestra efectuada dentro de los 28 días siguientes a la prueba, inicial satisface dicho requisito. La prueba provisional del cemento en la fábrica, no priva al comprador del derecho a rechazarlo si al efectuar la repetición de la prueba, esta no cumple la especificación a que se hace referencia.

b) Agregados.

Los agregados se obtendrán de los bancos o depósitos aprobados previamente por el representante de la Dirección de Obra o la Supervisión, se excluirán los agregados andesíticos. El contratista deberá efectuar su clasificación por tamaños, de acuerdo al tipo de concreto solicitado.

Se efectuarán muestras periódicas a los agregados provenientes de los bancos, a fin de comprobar su uniformidad o variaciones en sus características que pudieran modificar o anular su utilización.

Los agregados gruesos serán del tipo caliza o basáltico y cumplirán con las especificaciones de la norma NOM-C-111 en vigor, y con los valores de densidad y absorción siguientes:

Densidad	2.5 %	mínimo
Absorción	1.5 %	máximo

Norma Oficial Mexicana (NOM-C-111-1988) “Especificaciones de agregados para concreto”.

Esta norma es adecuada para asegurar materiales satisfactorios para la mayoría de los concretos. Pero se reconoce que en ciertos trabajos en ciertas regiones del país, puede ser más o menos restrictiva

El proyectista debe asegurarse que los agregados que se especifiquen con respecto a la propiedades físicas y químicas, granulometría, o ambos estén disponibles en la región de trabajo.

En la medida en que estas especificaciones se cumplen al producir concreto, van a obtenerse productos de mejor calidad, ahorros en el consumo de cemento, concretos con mejor trabajabilidad, y consistencia y otras características deseables.

Esta norma establece las especificaciones, recomendables para los agregados naturales y procesados, fino y grueso, para usarse en la fabricación del concreto de masa normal (masa unitaria de 1800 a 24000 kg/m³). Esta norma no incluye las especificaciones de los agregados ligeros y de los de alta masa específica.

Definiciones.

Agregados: Materiales, naturales procesados o materiales manufacturados que se mezclan con cementantes para hacer morteros o concretos.

Agregados finos: Material conocido como arena, que pasa por la criba 4.75 (No. 4) y se retiene en la criba 0.075(No. 200)

Agregados gruesos : Material conocido como grava, que es retenida en la criba 4.75 (No. 4) y que pasa por la criba 90 (3 ½") constituida, por material de cantos rodados, triturados, o procesados, rocas trituradas, escoria de alto horno, escorias volcánicas, concreto reciclado o una combinación de ellos u otros.

Concreto con aire incluido :

Es el concreto que tiene un contenido de aire mayor del 3% del volumen absoluto, fabricado con un cemento con inclusor de aire o mediante el uso de un aditivo inclusor de aire.

Intemperismo.

Es la acción del medio ambiente sobre una construcción en servicio, tal como congelación y deshielo, saturación y secado, variaciones de temperatura extremas y contaminación por sustancia que atacan el concreto.

Módulo de finura.

Es un valor empírico, igual a la centésima parte de la suma de los porcentajes en masa retenidos acumulados en cada una las cribas siguientes: 75 (3"), 50 (2"), 37.5 (1 1/2"), 25 (1"), 19.0 (3/4"), 12.5 (1/2"), 9.5 (3/8"), 4.75 (No. 4), 2.35 (No. 8), 1.18(No. 16) 0.600 (No. 30), 0.300 (No. 50) y 0.150 (No. 100).

Módulo de finura de la arena.

Para hacer el cálculo se consideran los porcentajes de retenidos acumulados, a partir de la criba, 4.75 (No. 4) hasta la 0.150 (No. 100).

Reactividad potencial.

Es la medida de la susceptibilidad para que ocurran reacciones químicas cuyos efectos son cambios volumétricos adversos a la integridad del concreto, que tiene lugar con cierta clase de agregados, cuando entran en contacto con la pasta del cemento. Las reacciones ocurren entre la sílice o el carbonato de ciertas rocas y minerales, que forman parte de los agregados y los álcalis (óxidos de sodio y potasio), que normalmente proceden del cemento. Estas reacciones se conocen como reacción álcali-silice y álcali-carbonato.

Clasificación.

Los agregados objetos de esta norma de acuerdo con su tamaño se clasifican en dos tipos:

- Agregados finos
- Agregados gruesos.

Especificaciones.

Se tienen las especificaciones para los siguientes conceptos:

- Granulometría
- Sustancias nocivas
- Materiales finos que pasan por la criba 0.075 (No. 200)
- Reactividad potencial (Reacción álcali - agregado)
- Sanidad (intemperismo acelerado)

Únicamente nos abocaremos a describir la granulometría de los agregados finos y gruesos para este trabajo.

Granulometría - agregados finos.

- a) Estar dentro de la zona que establece la tabla 5.3 excepto en los casos que se indican en los párrafos c) y d) de este concepto.

TABLA 5.3. Limites granulometricos de los agregados finos.

Criba	Material retenido acumulado en masa, en %
9.5 (3/8")	0
4.75 (No. 4)	0-5
2.36 (No. 8)	0-20
1.13 (No. 16)	15-50
0.600 (No. 30)	40-75
0.300 (No. 150)	70-90
0.150 (No. 100)	90-98

- b) El módulo de finura debe estar comprendido entre 2,30 y 3.20, con una tolerancia de variación de ± 0.20 con respecto al valor del módulo de finura empleado en el diseño del proporcionamiento del concreto.
- c) El retenido parcial de la masa total en cualquier criba no debe ser mayor de 45%. Pueden aumentarse los porcentajes del retenido acumulado de la masa ensayada en las cribas 0.3.00 (No. 50) y 0.150 (No. 100) a 95 y 100% respectivamente, siempre y cuando el contenido de cemento sea mayor de 250 kg/m^3 , para concreto con aire incluido, o mayor de 300 kg/m^3 para concreto con aire incluido, o bien supliendo la diferencia del material que pase estas cribas, mediante la adición de un material finamente molido y aprobado.
- d) En el caso de que los agregados que pretendan emplearse, no cumplan con las tolerancias indicadas en los incisos, a), b) y c) pueden usarse siempre y cuando se tenga antecedentes de comportamientos aceptables, en el concreto elaborado con ellos, o bien que los resultados de las pruebas realizadas a estos concretos sean satisfactorias, en este caso, los agregados se pueden usar siempre y cuando se haga el ajuste apropiado al

proporcionamiento del concreto, para compensar las diferencias en la granulometria.

Granulometria agregados - gruesos.

Deben cumplir los limites granulometricos que establece la tabla 5.4 para controlar la calidad de producción, puede desarrollarse una granulometria promedio de los agregados y mantenerse la producción con ciertas tolerancias razonables a este promedio.

Cuando se tengan agregados gruesos fuera de los limites indicados en la tabla 5.4 deben procesarse para que satisfagan dichos limites. En el caso de aceptar que los agregados no cumplen con estos limites, debe ajustarse al proporcionamiento del concreto para compensar las diferencias granulometricas, por lo tanto, debe demostrarse que el concreto tiene un comportamiento adecuado.

Coefficiente volumétrico de forma.

Los agregados deben tener un coeficiente volumétrico no menor de 0.15.

TABLA 5.4. Límites granulométricos

Tamaño nominal m.m.	100 4"	90 3 ½"	75 3"	63 2 ½"	50 2"	37.5 1 ½"	25.0 1"	19.0 ¾"	12.5 ½"	9.5 3/8"	4.75 No. 4	2.36 No. 8	1.18 No. 16
90.0 A 37.5 (3 ½" a 1 ½")	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
63 a 37.5 (2 ½" a 1 ½")	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
50.0 a 25.0 (2" a 1")	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
50.0 a 4.75 (2" a No. 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-
37.5 a 19.0 (1 ½" a ¾")	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 25	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-
37.5 a 4.75 (1 ½" a No. 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-
25.0 a 12.5 (1" a ½")	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-
25.0 a 4.75 (1" a No. 4)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-
19.0 a 9.5 (¾" a 3/8")	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-
19.0 a 4.75 (¾" a No. 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-
12.5 a 4.75 (½" a No. 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 100	0 a 5	-
9.5 a 2.36 (3/8" a No. 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-

Cabe mencionar que el tamaño máximo del grado grueso por especificación del proyecto para la fabricación de los pilotes de punta es de (¾") y para los demás elementos prefabricados del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA - OCEANIA, como columnas, cabezales y traveses en todos sus tipos es de (½")

c) Agua

El agua a utilizar en la elaboración y curado del concreto, deberá ser limpia, ya sea potable o tratada de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-C-122-1982) "Agua para concreto".

De la cual lo más importante de comentar es lo siguiente

Dada la necesidad de conocer los parámetros ideales que deben cumplir las aguas naturales o contaminadas, diferentes a las potables para emplearse en la elaboración y curado de concreto hidráulico ha hecho que se elabore esta norma.

DEFINICIONES:

Aguas de mar: Estas tienen una gran cantidad de sales disueltas (aprox. 35.000 p.p.m. o más) en la cual predominan el cloruro de sodio, el cloruro de magnesio, el sulfato de magnesio y el sulfato de calcio ; y su origen se remonta el periodo terciario.

Aguas recicladas: Se considera como tales las que se usan para el lavado de unidades revolventoras de concreto y que después de un proceso incompleto de sedimentación se emplean en la fabricación del concreto hidráulico. Estas por lo general tienen en suspensión alto porcentaje de finos de cemento y de los agregados sales solubles del cemento, y de aditivos cuando se emplean estos.

Aguas industriales: Estas aguas provienen de los desechos de las industrias y dependiendo de su origen pueden ser ácidas, básicas o salinas. Las más perjudiciales para el concreto son aquellas que contienen sulfatos, sulfuro, sales amoniacos, azúcares, ácido sulfúrico, clorhídrico, fluorhídrico, nítrico, ácido láctico, acético, fórmico u otros ácidos orgánicos y álcalis cáusticos.

Aguas negras: Proviene de los desagües de las poblaciones. Su composición es muy compleja y varía en función de la distancia de su punto de origen.

ESPECIFICACIONES:

Las aguas a las que se refiere esta norma que se pretenden usar para la elaboración y curado del concreto hidráulico, excluyendo de ellas el agua de mar, deben cumplir los requisitos que aparecen en la tabla 5.5.

TABLA 5. 5 Requisitos para el agua utilizada para elaborar concreto hidráulico.

Valores característicos y límites máximos tolerables de sales e impurezas.		
Impurezas	Límites en p.p.m.	
	Cemento rico en calcio.	Cementos sulfato resistentes.
Sólidos en suspensión.		
En aguas naturales (Limos y Arcillas)	2000	2000
En aguas recicladas (Finos de cemento y agregados).	50000	35000
Cloruros como CL		
Para concreto con acero de presfuerzo y piezas de puentes.	400	600
Para otros concretos reforzados en ambiente húmedo o en contacto con metales como el aluminio, fierro galvanizado y otros similares.	700	1000
Sulfato como SO ₄	3000	3500
Magnesio como Mg ++	100	150
Carbonatos como CO ₃	600	600
Dioxido de carbono disuelto, como CO ₂	5	3
Alcalis totales como Na +	300	450
Total de impurezas en solución	3500	4000
Grasas o aceites	0	0
Materia orgánica (oxígeno consumido en medio ácido)	150	150
Valor del PH	No menor de 6	No menor de 6.5

El agua de mar cuando sea imprescindible su empleo, se debe usar únicamente para la fabricación y curado de concreto sin acero de refuerzo.

El agua cuyo análisis muestre que excede alguno o algunos de los límites de la tabla 5.5, se puede utilizar si demuestra que en concretos de características semejantes elaborados con esta agua han acusado un comportamiento satisfactorio, a través del tiempo en condiciones similares de exposición.

NOTA: Cuando se sospeche que la interacción de los componentes de los integrantes del concreto (agua, cemento, agregados y aditivos) puede producir resultados adversos, se deben hacer los estudios y pruebas que se estimen necesarias con la debida anticipación.

D) Aditivos

En todos aquellos elementos estructurales en los que el proyecto indique el uso de concreto clase I (cuando la resistencia especificada sea igual o mayor a 250 kg/cm²). Para todos los elementos prefabricados del DISTRIBUIDOR VIAL, ZARAGOZA - OCEANIA, se indican resistencias mayores. Se deberá usar un aditivo inclusor de aire que permita alcanzar un porcentaje de aire incluido de 5%. Se deberá tener cuidado de hacer un diseño de mezcla, tal que considere la presencia de este aditivo a fin de no provocar una disminución de la resistencia solicitada en proyecto.

El uso de otros aditivos para el concreto, deberá contar con la autorización de la dirección de obra, siempre y cuando su uso se justifique plenamente, ya sea por indicaciones en planos o (por causas de fuerza mayor).

Referente a los aditivos inclusores de aire para concreto tenemos la Norma Oficial Mexicana (NOM-200-1978). De la cual podemos comentar lo siguiente.

Esta norma establece las especificaciones que deben cumplir los materiales propuestos para usarse como aditivos inclusores de aire al añadirse a mezclas de concreto.

Definiciones:

Aditivo: Es un material diferente del agua, de los agregados, y del cemento hidráulico que se emplea como componente del mortero o concreto y que se agrega a la mezcla, inmediatamente antes o durante el mezclado y modifica algunas de las características del concreto.

Aditivo inclusor de aire: Es un producto sintético o natural, que cuando se añade al concreto antes o durante su mezclado, desarrolla dentro del mismo un sistema de burbujas de aire de volumen especificado.

Especificaciones:

Los aditivos inclusores de aire deben cumplir con los requisitos siguientes:

Sangrado: El sangrado del concreto elaborado con el aditivo bajo prueba, no debe exceder el de concreto elaborado con el aditivo de referencia, en más de 2%. El sangrado se calcula como un porcentaje del contenido neto de agua de mezclado en cada concreto. El contenido neto de agua de mezclado es el que se tiene sin considerar el agua absorbida por los agregados.

Tiempo de fraguado: Los tiempos, inicial y final, del concreto que contiene el aditivo bajo prueba, no deben desviarse de los del concreto hecho con el aditivo de referencia, en mas de ± 1 : 15 h.

Resistencia a la comprensión y/o flexión: La resistencia a la comprensión y/o flexión a cualquier edad de prueba del concreto, que contiene el aditivo bajo prueba del concreto, que contiene el aditivo bajo prueba, debe ser mayor del 90% de la resistencia obtenida a la misma edad, en los especímenes del concreto que contiene el aditivo de referencia.

Cambio de longitud: El cambio de longitud debido el secado del concreto que contiene el aditivo bajo prueba, no debe ser mayor que el 120% del cambio de longitud, en el concreto que contiene el aditivo de referencia, cuando se comparan después de 14 días de secado. Si el cambio del longitud del concreto de referencia al final de los 14 días de secado es menor que 0.30% el incremento en el cambio de longitud por secado del concreto que contiene el aditivo bajo prueba debe ser menor que 0.006% respecto al del concreto de referencia.

Método de prueba:

Estas pruebas se basan en estipulaciones arbitrarias que permiten la normalización de la prueba en los laboratorios, y no se pretende que reproduzcan las condiciones reales de trabajo.

Propiedades de las mezclas de concreto:

Contenido de cemento: El contenido de cemento para las mezclas debe ser 310 ± 5 kg, por m^3 de concreto.

Contenido de agregados: La primera mezcla de prueba debe contener agregado grueso en la proporción señalada en la tabla 5.6, para el tamaño máximo del agregado y el módulo de finura de la arena que se va a usar.

TABLA 5.6 Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto.

Volumen de agregado seco y compactado con varilla por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de la arena.				
Tamaño máximo de agregado en mm.	Módulo de finura.			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.50	0.48	0.46	0.44
13	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.81	0.79	0.77	0.75
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Los agregados fino y grueso deben cumplir con los requisitos de la Norma Oficial Mexicana. (NOM-C-111) · “Agregados para concreto”, excepto que la granulometría debe cumplir con los requisitos siguientes:

Granulometria del agregado fino		Granulometria de el agregado grueso.	
Malla DGN	% que pasa	Malla DGN	% que pasa
1.6 M (4.76 mm)	100	25 (25.4 mm)	100
5.0 M (1.19 mm)	65 a 75	19 (19.0 mm)	75
20.0M (0.297 mm)	12 a 20	12 (12.7 mm)	50
40.0 M (0.149 mm)	2 a 5	9 (9.5 mm)	25

Aditivo de referencia: El aditivo de referencia que se use en la mezcla de concreto testigo debe ser resina. Vinsol neutralizada. La neutralización puede llevarse a cabo tratando 100 partes de la resina con 9 a 15 partes en peso de NaoH1N. La relación de agua al resinato (resina + NaoH) no debe exceder de 12 ± 1 en peso.

Materiales para pruebas para usos específicos.

Cuando se desee probar un aditivo inclusor de aire para usarse en un trabajo específico, el cemento y los agregados deben ser representativos de los productos para usarse en dicha obra, y las mezclas de concreto deben diseñarse con el contenido de cemento especificado en la obra. Si el tamaño máximo del agregado grueso es mayor de 25 mm., la mezcla de concreto debe cribarse sobre una malla de 25 mm., antes de fabricar los especímenes de prueba.

Contenido de aire

El contenido de aire en el calculo del proporcionamiento de estas mezclas debe ser de 5.5 % excepto cuando el aditivo bajo prueba se use en trabajos específicos, en este caso el contenido de aire que se use en el proporcionamiento seleccionado debe ser el promedio del intervalo permitido en el trabajo.

Contenido de agua

El contenido de agua debe ajustarse para obtener un revenimiento de 5 a 8 cm.,. La trabajabilidad de la mezcla de concreto debe ser apropiada para la consolidación manual y la mezcla debe de tener el mínimo de agua posible. Estas condiciones se alcanzan con ajuste final de la relación entre los agregados finos y el total de agregados, o en ambos manteniendo el rendimiento volumétrico y el revenimiento dentro de los límites requeridos.

Condiciones

Las mezclas de concreto deben prepararse con el aditivo bajo prueba y con el aditivo de referencia . Los aditivos se añaden en las cantidades necesarias para producir el contenido de aire de 5.5 % con una tolerancia de $\pm 0.5\%$ del volumen de concreto.

El aditivo debe ser incorporado al concreto de acuerdo con las indicaciones del fabricante. Los efectos del aditivo sobre el tiempo de fraguado y sobre el consumo de agua del concreto, pueden variar según la etapa en que se añadan a la mezcladora y según la secuencia del mezclado.

DETERMINACIONES EN LAS MEZCLAS DE CONCRETO FRESCO.

Revenimiento: Se debe utilizar el método indicado en la Norma Oficial Mexicana (NOM-C-156).

Contenido de aire: Se debe utilizar el método indicado en la Norma Oficial Mexicana (NOM-C-157).

Sangrado: Se debe utilizar el método indicado en la Norma Oficial Mexicana (NOM-C-153).

Tiempo de fraguado: Se debe utilizar el método indicado en la Norma Oficial Mexicana (NOM-C-177).

DETERMINACIONES EN EL CONCRETO ENDURECIDO.

Resistencia a la comprensión: Se debe utilizar el método indicado en la Norma Oficial Mexicana (NOM-C-183) y reportarse como porcentaje empleando la fórmula siguiente:

$$\% R_c = \frac{R_p}{R_t} 100$$

En donde: R_c = Resistencia relativa a la comprensión del concreto con aditivo.

R_p = Es la resistencia a la comprensión promedio de los especímenes con el aditivo bajo prueba a una edad de prueba dada.

R_t = Es la resistencia a la comprensión promedio de los especímenes con el aditivo de referencia, a una edad de prueba dada.

Resistencia a la flexión. Se debe utilizar el método indicado en la Norma Oficial Mexicana (NOM-C-191) y reportarse como porcentaje empleando la fórmula siguiente:

$$\% R_f = \frac{R_p}{R_t} 100$$

En donde: R_c = Resistencia relativa a la flexión del concreto con aditivo.

R_p = Es la resistencia a la flexión promedio

de los especímenes con el aditivo bajo prueba a una edad de prueba dada.

R_t = Es la resistencia a la flexión promedio de los especímenes con el aditivo de referencia, a una edad de prueba dada.

Observaciones:

Se deben tomar las precauciones que indique el fabricante, para evitar efecto tóxico del producto en su manejo.

V. 1-2 ELABORACIÓN DEL CONCRETO

a) Proporcionamiento de las mezclas.

El proporcionamiento de las mezclas para elaborar el concreto será determinado por el laboratorio, para lo cual se efectuarán las pruebas necesarias a los materiales y equipos a utilizar.

La resistencia (f_c) de los concretos será especificado en los planos, refiriéndose a la resistencia que deberá obtener la probeta de ensaye a los 28 días de elaborado el concreto. Dicha resistencia se dará en kg/cm^2 .

Los concretos a utilizar para los elementos prefabricados tendrán las siguientes resistencias:

$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$	(pilotes de punta)
$f_c = 300 \text{ kg/cm}^2$	(columnas y cabezales)
$f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$	(trabes en todos sus tipos)
$f_c = 450 \text{ kg/cm}^2$	(cabezal A -8 y cabezal A-9 únicamente)

Estos concretos quedan clasificados en :

Concreto clase 1. Cuando la resistencia especificada sea igual o mayor de 250 kg/cm^2

Concreto clase 2. Cuando la resistencia especificada sea menor de 250 kg/cm^2 .

b) Dosificación

La dosificación de las mezclas deberá cumplir con las especificaciones. Las cantidades de cemento, agregados y agua, serán determinados por peso. Los dispositivos para pesar serán verificados a satisfacción del representante de la Supervisión.

Los aditivos se añadirán con el procedimiento y tiempo de mezclado, aprobados previamente por el representante de la Supervisión antes de su utilización.

El recipiente de mezclado deberá ser lavado en cada cambio de mezclas y al finalizar el turno de trabajo.

c) Transporte

El equipo de transporte debe ser el adecuado y aprobado por la Dirección de la Obra, dentro de los siguientes sistemas.

Carretillas, vagonetas, cubetas, bacha o camiones. Cuando se utilice este sistema de transporte, no se permitirá que este se apoye directamente sobre el acero de refuerzo, para lo cual se deberá de proveer de pasarelas apropiadas.

Canales y tubos: Estos se dispondrán de tal manera, que se prevenga cualquier segregación y/o clasificación de los materiales. 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, si es necesario pueden establecerse tramos intermedios en los canales o tubos. Los canales pueden ser de metal, madera forrada con lámina metálica o de cualquier otro material previamente autorizado por la supervisión.

Bombas de concreto: El equipo de bombeo se instalará fuera de la zona de colado, de tal manera que no produzca vibraciones que puedan dañar el concreto fresco, y/o alterar la distribución del acero de refuerzo y presfuerzo. El flujo proporcionado por la bomba, deberá ser continuo, en caso de suspensión la mezcla que permaneció en la tubería deberá de removerse y desecharse, debiéndose lavar todo el equipo antes de continuar.

El contratista deberá contar con un sistema de comunicación expedito entre la planta de elaboración de concreto y el sitio de colocación del mismo, de tal manera que se pueda identificar oportunamente las características del concreto que se transporta.

d) Colocación del concreto

El contratista deberá dar aviso y obtener por escrito la aprobación de la Supervisión, antes de efectuar el colado de cualquier elemento. El representante de la Dirección de Obra deberá inspeccionar las dimensiones, desplantes y demás requisitos de los moldes y obra falsa, la correcta colocación y firmeza del acero de refuerzo y presfuerzo, la colocación de anclas, accesorios y otros soportes, ductos

para el cable de esfuerzo, etc. El aviso deberá ser dado por el contratista con una anticipación de 24 horas, como máximo.

No deberán de transcurrir más de 90 minutos, desde que se inicie el mezclado y la terminación de la colocación, compactación y acomodo del concreto.

No se permite el vaciado de concretos que lleguen a su destino final después de 60 minutos de haber salido de la planta dosificadora.

El concreto no se vaciará hasta que el sitio que ocupará este libre de agua o cualquier otro material extraño, y se tenga la aprobación de la supervisión.

El colado de elementos de eje horizontal, tales como pilotes, columnas, cabezales y trabes prefabricadas, se efectuarán de la manera siguiente:

La mezcla se vaciara por frentes continuos, cubriendo toda la sección del elemento, no se dejará colocar la mezcla de alturas mayores de 1.50 m, ni se permitirá amontonarla, para después extenderlas en los moldes; el colado será continuo hasta la terminación del elemento, el tiempo máximo entre un vaciado y el siguiente será de treinta (30) minutos.

e) Colados con temperaturas altas.

No se colocará concreto cuando la temperatura ambiente exceda de 32°C (grados centígrados). En caso de persistir esta, el contratista someterá a la aprobación de la Supervisión un método de colado apropiado.

f) Curado del concreto

Todo el concreto colado deberá ser protegido contra condiciones climáticas adversas. Se prevendrá la rápida evaporación debida por altas temperaturas, viento o ambas.

El concreto elaborado con cemento tipo II, deberá ser curado por un periodo que se adapte a las condiciones del lugar, pero no menor a cuatro días.

Los aditivos o membranas utilizadas para curar el concreto deberán ser aprobados por la dirección de la Obra. Cabe mencionar que normalmente se acepta este tipo de membranas presentando el contratista la ficha técnica.

El curado con vapor deberá ser aprobado por la supervisión, siempre y cuando se justifique plenamente. De preferencia se utilizarán bajas temperaturas de vapor por periodos largos de tiempo. Cabe mencionar que algunos elementos prefabricados del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA - OCEANIA, por la cantidad a producir fueron curados a vapor, principalmente las trabes tipo TC de peralte 2.00 m.

V. 1.3 CONCRETO PREMEZCLADO.

a) Generalidades

Es el concreto hidráulico dosificado y mezclado por el fabricante y que se entrega al comprador para su utilización en estado plástico no endurecido. El concreto premezclado deberá cumplir con las especificaciones anteriormente citadas. Cabe mencionar que en todas las plantas de prefabricados que participaron para la fabricación de los elementos cuentan con planta de producción de concreto

para la fabricación de los elementos que se realizan en sus instalaciones. Por lo que la producción del concreto es responsabilidad directa del contratista.

b) Datos para elaboración del concreto.

El concreto premezclado deberá incluir como mínimo los datos siguientes:

- Cantidad de concreto fresco expresado en (m³)
- Resistencia especificada y edad a la que se obtendrá
- Clase de concreto
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso
- Revenimiento máximo
- Contenido de aire, en el sitio de la entrega
- Tipo de cemento utilizado
- Aplicación de tipo de aditivo usado.

c) Aceptación de la planta y control de calidad del concreto.

El control de calidad y la aceptación de la planta de premezclado, se efectuarán por el laboratorio, para lo cual este último inspeccionará las instalaciones del contratista y aprobará en caso de cumplir con todas las especificaciones en la elaboración del concreto.

V. 1.4 PRUEBAS EN EL CONCRETO

a) Generalidades

Concreto fresco es aquel que no ha alcanzado su fraguado inicial, que se define como el lapso que transcurre desde que se agrega agua a la mezcla y hasta que alcanza una resistencia a la penetración igual a 35 kg/cm²

Para diseñar una mezcla de concreto, se determinarán las siguientes características:

- Tamaño máximo nominal del agregado
- Consistencia del concreto recién mezclado, definido por su revenimiento
- Clase y tipo de cemento que se deberá emplear, según se indique en planos, identificando previamente la fábrica de procedencia.
- Relación agua cemento máxima permisible
- Clase y tipo de aditivo y los efectos que con su empleo se pretende obtener.

b) Tamaño máximo del agregado

El tamaño máximo permisible en los agregados será el más grande que pueda emplearse, sin exceder de los siguientes valores:

- La quinta (1/5) parte de la menor dimensión que vaya a existir entre los lados de las formas del molde del elemento por colar.
- Las tres cuartas (3/4) partes del espacio libre mínimo que vaya existir entre varillas individuales contiguas del acero de refuerzo o paquetes de varillas.
- Cuando el concreto se transporta por medio de bomba o equipo neumático se respetarán las instrucciones de fabricación del equipo, pero en ningún caso excederá la tercera (1/3) parte del diámetro de la tubería de conducción o lanzado.

El tamaño máximo nominal del agregado se definirá a partir del máximo permisible, disminuyendo este para hacerlo igual a la abertura de la malla comercial más próxima.

c) Consistencia

Es el grado de movilidad del concreto o mortero fresco, la forma usual de medirla es el revenimiento en el concreto, flujo en el mortero o lechada y resistencia a la penetración en la pasta de cemento.

Las mezclas de concreto deberán diseñarse con el revenimiento más bajo que pueda usarse, según el tipo de elemento a colar.

- Elementos prefabricados, pretensados o postensados - - 10 cm

Revenimiento: Índice que señala el grado de trabajabilidad de una mezcla, es medido por el asentamiento que sufre el concreto compactado en un molde tronco-cónico, cuando este le es retirado.

La tolerancia de revenimiento, para aceptación o rechazo del concreto en campo será la siguientes para elementos prefabricados pretensados o postensados:

Para revenimientos especificadas de 5 a 10 cm: ± 2.5 cm.

d) Peso volumétrico en estado fresco

El peso volumétrico en estado fresco determinado de acuerdo al método de prueba de la NOM-162, será superior a 2.2 ton/m^3 para concreto clase 1, y para el concreto clase 2, debe estar comprendido entre 1.9 y 2.2 ton/m^3 .

e) Relación agua-cemento

Es el cociente del peso del contenido de agua neta de mezclado en una revoltura entre el peso de su contenido de cemento. Para el concreto siempre deberá ser menor que la unidad.

Agua neta del concreto es la cantidad que teóricamente resulta de restar en una revoltura el agua total de mezclado, el agua que puedan absorber los agregados o sumar al agua total de la mezcla, el agua que puedan ceder los agregados.

f) Temperatura

La temperatura del concreto será sujeto a control cuando se efectúen colados a temperaturas extremas o en grandes masas.

En tiempo caluroso cuando se observe una pérdida de revenimiento o fraguado demasiado rápido, se deberán enfriar los materiales antes de ser mezclados y el agua, se sustituirá por hielo triturado, de un tamaño tal que este se derrita completamente durante el mezclado.

Alternamente los colados se podrán efectuar de noche, en las horas de más baja temperatura.

En tiempo frío, se deberá controlar la temperatura del concreto a la salida de la mezcladora y se protegerá después de colocado hasta que alcance una resistencia mecánica que le permita soportar sin daños las bajas temperaturas.

g) Fraguado

Término utilizado para describir la rigidez de la pasta de cemento, mortero o concreto, cuando esta evoluciona del estado fluido al estado rígido.

El fraguado inicial del concreto es el lapso transcurrido desde el momento en que se agrega el agua a la mezcla, hasta que el concreto adquiere la rigidez correspondiente a una resistencia a la penetración de una aguja de ensaye de 35 kg/cm^2 .

La verificación del tiempo de fraguado tiene por objeto comprobar que el concreto se coloque antes de alcanzar su fraguado inicial y que una vez colocado y compactado, no sea sometido a vibración adicional, después del fraguado inicial.

h) Resistencia del concreto a compresión.

La forma más común para determinar la resistencia del concreto, es ensayar a la compresión, cilindros de 15cm, de diámetro por 30 cm de altura.

Para que se pueda juzgar de manera adecuada la calidad del concreto, se requiere que los cilindros sean elaborados desarrollando correctamente los procedimientos especificados para el llenado de los moldes, compactación, enrasado e identificación.

Resistencia a la compresión es el esfuerzo de ruptura del concreto endurecido, que se obtiene en especímenes cilíndricos con las medidas anteriormente citados, ensayados a compresión axial, expresada (en kg/cm^2).

Por especificación los elementos prefabricados pretensados, los ensayos se efectuarán al 80% de la resistencia de proyecto (f^c) para destensar, y a los 28 días de edad, para concreto normal.

Los planos deberán especificar la resistencia a compresión (f^c) y la edad a que esta debe obtenerse. El informe de la prueba de cada espécimen deberá incluir los siguientes datos cuando menos:

- Número de identificación
- Obra de procedencia y elemento colado
- Planta mezcladora y número del camión mostrando cuando se trata de concreto premezclado.
- Diámetro y altura del espécimen, si no es estándar en (cm)
- Área de la sección transversal en (cm^2)
- Carga máxima en (kg)
- Resistencia a la compresión en (kg/cm^2)
- Tipo de falla cuando no se presenta el cono usual
- Edad del espécimen en días
- Revenimiento de la muestra en (cm)
- Clase del concreto.

De acuerdo al grado de calidad del concreto, se deben cumplir los siguientes requisitos:

Concreto clase 1

No más del 10% de las muestras ensayadas deben presentar una resistencia a la compresión inferior a la especificada (f^c).

Como muestra individual, el concreto de todos los conjuntos debe cumplir por lo menos con la resistencia especificada (f^c), menos $35 \text{ kg}/\text{cm}^2$

Los promedios de resistencia a compresión de todos los conjuntos de tres muestras consecutivas pertenecientes o no al mismo día de colado, no serán menores que la resistencia especificada (f_c).

Concreto clase 2

No más del 20% de las muestras ensayadas, deben presentar una resistencia a la compresión inferior a la especificada (f_c).

Como muestra individual, el concreto debe cumplir por lo menos con la resistencia especificada (f_c) menos 50 kg/cm^2 .

Los promedios de resistencia a compresión de todos los conjuntos de siete muestras consecutivas, pertenecientes o no al mismo día de colado, no serán menores que las resistencias especificada (f_c).

a) Resistencia del concreto a flexión

Cuando se requiere determinar la resistencia del concreto a la flexión, se elaboran vigas que generalmente tienen una sección transversal de 15cm, de altura por 15 cm de ancho y una longitud no menor de 50 cm. Estas vigas son adecuadas para el ensaye de concreto que tienen un tamaño máximo de agregado de 5 cm.

Para que se pueda juzgar de manera adecuada la calidad del concreto se requiere que las vigas sean elaborada desarrollando correctamente los procedimientos especificados para el llenado de los moldes, compactación enrasado e identificación.

Resistencia a la flexión es el recurso de ruptura del concreto endurecido, que se obtiene usando una viga con cargas concentradas en los tercios del claro, expresada en kg/cm^2 .

Por especificación los elementos prefabricados pretensados y postensados, los ensayos se efectuarán a los 28 días de edad del concreto para concreto normal.

El informe de la prueba de cada espécimen deberá incluir los siguientes datos:

- Número de identificación
- Obra de procedencia y elemento colado
- Planta mezcladora y número del camión mostrando cuando se trata de concreto premezclado.
- Anchos promedio, en cm, con aproximación de 0.1 cm
- Peralte promedio, en cm, con aproximación de 0.1 cm
- Claro del espécimen, en cm, con aproximación de 0.1 cm
- Carga máxima aplicada en N (kg/ f)
- Módulo de ruptura, aproximado al 9.8 K pa (0.1 kgf/cm^2)
- Condiciones de curado y de humedad del espécimen al momento de la prueba.
- Si los especímenes se lijaron o se cabecearon
- Defectos del espécimen
- Edad del espécimen en días
- Revenimiento de la muestra en (cm)
- Clase del concreto.

j) Módulo de elasticidad

Es la relación entre esfuerzos y deformación unitaria. Deberán tomarse cilindros adicionales para la determinación del módulo de elasticidad del concreto.

Para el concreto clase 1, el módulo de elasticidad a 28 días de edad, será como mínimo $14000\sqrt{f'c \text{ kg/cm}^2}$ y $8000\sqrt{f'c \text{ kg/cm}^2}$ para el concreto clase 2.

El control de calidad de los materiales empleados, se efectuará por un laboratorio que este capacitado para efectuar las pruebas de control. La calidad del concreto endurecido se verificará por un laboratorio acreditado por el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorio de Pruebas (SINALP).

k) Frecuencias de pruebas

Deberán realizarse determinaciones de la calidad del concreto y sus componentes mediante los ensayos correspondientes, cada vez que la Dirección de la Obra lo solicite, pero con una frecuencia no menor, para los elementos prefabricados del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA - OCEANIA a la señalada en la tabla 5.7.

TABLA 5.7 Frecuencias de muestreo para concreto.

Concepto	Frecuencia
Cemento	1 muestra por planta al inicio y posteriormente cada mes.
Pruebas físico - química del cemento	1 muestra por planta al inicio y posteriormente cada mes.
Agregados para concreto	1 muestra por mes, por planta por banco
Agua para concreto	1 muestra por planta al inicio y posteriormente cada mes.
Aditivos para concreto	1 muestra al inicio del suministro
Consistencia de la mezcla mediante prueba de revenimiento	1 prueba por cada descarga o cada 5m^3
Peso volumétrico en estado fresco	1 prueba por día por tipo de concreto por planta pero no menos de una prueba por cada 20m^3
Contenido de aire	1 prueba por cada descarga
Temperatura del concreto	1 prueba por día por planta o cada 40m^3
Resistencia a la compresión	5 cilindros por cada 40m^3
Resistencia a la flexión (módulo de ruptura)	3 vigas por cada 40m^3
Módulo de elasticidad	1 muestra por planta por mes y por tipo de concreto.

V. 1.5 CONCRETO PRESFORZADO

a) Materiales

Los materiales para la elaboración de elementos de concreto prefabricados pretensados o postensados, ya sea en la planta o a pie de la obra, deberán cumplir los requisitos mencionados anteriormente.

b) Concreto

El concreto a utilizar en elementos pretensados tendrán la siguiente resistencia: $f_c = 400 \text{ kg/cm}^2$ o en indicado en planos, que para los elementos del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA - OCEANIA, ya mencionamos en el punto V.1.2 elaboración del concreto.

c) Mortero para inyección

Los morteros para inyectado se harán empleando cemento Portland tipo V, aditivo estabilizador de volumen y agua, en donde su relación agua-cemento no exceda de 0.45, ni que el sangrado del 2% después de 3 hrs, de colado o un máximo de 4% cuando su medición se haga en laboratorio.

d) Elaboración

La forma y dimensiones de los elementos y de sus componentes, así como la colocación de ductos, cables, refuerzo adicional, dispositivos de anclaje y demás operaciones se harán conforme a lo establecido en los planos.

Es obligación del contratista que durante la ejecución de los trabajos, disponga de los servicios de un técnico especializado en concreto presforzado

(técnico presforcista) y experto en el sistema a utilizar, para supervisar las diferentes etapas de fabricación, inspección, transporte y montaje de todos los elementos y/o sus partes.

Es obligación del contratista facilitar el acceso a la planta o lugar de fabricación, al personal de la Supervisión para que verifique el cumplimiento del proyecto, procesos constructivos y efectúe el muestreo y las pruebas que considere necesarias.

V. 2 ACERO DE REFUERZO

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.

Todo el acero de refuerzo grado estructural 42, cumplirá con las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana (NOM-B-6).

De la cual podemos comentar lo más importante:

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos que deben cumplir las varillas corrugadas y lisas de acero, de los grados 30 y 42, para refuerzo de concreto, procedentes de lingote o palanquilla de coladas identificadas.

Las varillas lisas con diámetro hasta 31.8 mm en tramos cortados o en rollos, cuando se especifiquen para juntas de traslape, espirales y estribos y apoyos, deben fabricarse bajo esta norma en los grados 30 y 42.

La soldabilidad del acero no forma parte de esta norma.

DEFINICIONES

Varilla corrugada: Varilla de acero que ha sido especialmente fabricada para usarse como esfuerzo de concreto. La superficie de la varilla esta provista de rebordes o salientes llamados "corrugaciones", los cuales inhiben el movimiento relativo longitudinal entre la varilla y el concreto que la rodea.

Varilla lisa: Varilla de acero desprovista de rebordes o salientes, o que teniéndolos, no cumple con las especificaciones de corrugación.

Clasificación y designación.

Clasificación: Las varillas objeto de esta norma, se clasifican conforme a su limite de fluencia mínimos, en dos grados.

Grado	Limite de fluencia mínimo en N/mm^2 (kgf/mm^2)
30	294 (30)
42	412 (42)

Designación.

En la designación de las varillas deben indicarse, como mínimo, los siguientes datos para describirlas adecuadamente.

- a) **Cantidad (en Kilogramos o metros).**
- b) Número y nombre de esta norma.
- c) Número de designación (ver tabla 5.8)
- d) Corrugadas o lisas

e) Grado

f) Rollo, recta o doblada.

Un ejemplo para la designación es como sigue : 4000 kg de varilla corrugada procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto, número 8, 3m de largo, en atados, grado 30 (NOM-B-6).

TABLA 5.8 Números de designación, masas y dimensiones nominales y requisitos de corrugación para las varillas para refuerzo de concreto (a)

Número de designación (b)	Masa nominal, en kg/m (c)	Dimensiones nominales (a)			Requisitos de corrugación		
		Diámetro en mm.	Area de la sección transversal en mm ²	Perímetro en mm.	Espaciamiento máximo, promedio en mm.	Altura mínima promedio, mm.	Distancia máxima entre extremos de corrugaciones en mm ²
2	0.248	6.4	32	20.0	4.5	0.2	2.4
2.5	0.384	7.9	49	24.8	5.6	0.3	3.0
3	0.560	9.5	71	29.8	6.7	0.4	3.6
4	0.994	12.7	127	39.9	8.9	0.5	4.9
5	1.552	15.9	198	50.0	11.1	0.7	6.1
6	2.235	19.0	285	60.0	13.3	1.0	7.3
7	3.042	22.2	388	69.7	15.5	1.1	8.5
8	3.973	25.4	507	79.8	17.8	1.3	9.7
9	5.033	28.6	642	89.8	20.0	1.4	10.9
10	6.225	31.8	794	99.9	22.3	1.6	12.2
11	7.503	34.9	957	109.8	24.4	1.7	13.4
12	8.938	38.1	1140	119.7	26.7	1.9	14.6

- a) El diámetro nominal de una varilla corrugada es equivalente al diámetro de una varilla lisa que tenga la misma masa nominal que la varilla corrugada.
- b) El número de designación de las varillas corrugadas corresponde al número de octavos de pulgada de su diámetro nominal.
- c) El término masa en esta norma ha sustituido al término peso, usado erróneamente para representar la cantidad de materia que contienen los cuerpos (expresados en kilogramos, gramos, toneladas etc).

Especificaciones.

Obtención del acero: El acero para la fabricación de las varillas debe obtenerse por uno de los siguientes procesos: horno de hogar abierto, convertidor básico al oxígeno u horno de arco eléctrico.

Material: Las varillas deben laminarse a partir de lingotes o palanquillas procedentes de coladas identificadas.

Composición química:

Análisis de colada: En el análisis de colada, el contenido de fósforo en el acero no debe exceder de 0.05%.

Análisis de producto: En el análisis de producto, el contenido de fósforo en el acero no debe exceder de 0.60%.

Dimensiones y tolerancias: En la tabla 5.8, que establece el diámetro, el área de la sección transversal, la masa y el perímetro correspondiente a cada uno de los números de designación de las varillas.

Corrugaciones: Las corrugaciones deben estar distribuidas uniformemente en la varilla. Las corrugaciones en el lado opuesto de la varilla deben ser similares en tamaño y forma.

Las corrugaciones deben estar colocadas de manera que formen un ángulo no menor de 45° con respecto al eje de la varilla.

Los requisitos de corrugación para varillas corrugadas no son aplicables a las lisas.

Requisitos mecánicos

Propiedades a la tensión: La varilla debe cumplir con los requisitos de tensión especificadas en la tabla 5.9.

TABLA 5.9 Requisitos de tensión.

	Grado 30	Grado 42
Resistencia a la tensión mínima, en N/mm ² (kg/mm ²)	490 (50)	617 (63)
Limite de fluencia mínimo, en N/mm ² (kgf/mm ²).	294 (30)	412 (42)
Alargamiento mínimo en 200 mm en %		
Varilla número		
2,2.5 y 3	11	9
4,5 y 6	11	9
7	11	8
8	10	8
9	9	7
10	8	7
11 y 12	7	7

Requisitos de doblado: Las probetas deben doblarse alrededor de un mandril, sin agrietarse en la parte exterior de la zona doblada. La prueba debe realizarse a temperatura ambiente y en ningún caso a menos de 16°C. los requisitos que deben cumplirse para el ángulo de doblado y el diámetro de mandril se especifican en la tabla 5.10

TABLA 5.10 Requisitos de doblado

Número de designación	Diámetro del mandril para pruebas del doblado a 180°	
	Grado 30	Grado 42
2,2.5,3,4 y5	3 ½ d	3 ½ d
6, 7,8	5d	5d
9 Y 10	5d	7d
11 Y 12	5d	8d

Nota: d = diámetro nominal de probeta

Acabado

Las varillas debe estar libres de imperfecciones que afecten su uso.

Escamas, irregularidades o corrosión superficiales, no debe ser causa de rechazo siempre y cuando desaparezcan mediante la limpieza manual con un cepillo de alambre y la probeta así cepillada, cumpla con los requisitos dimensionales y mecánicos especificados.

Imperfecciones superficiales diferentes a las especificadas anteriormente deben considerarse perjudiciales, cuando las contiene la probeta, y esta no cumpla con los requisitos de tensión o de doblado.

Muestreo

El termino lote se refiere a todas las varillas de la misma masa unitaria nominal que corresponden a una orden de embarque

Análisis químico

Análisis de colada: Debe efectuarse un análisis de la colada del acero en muestras tomadas de preferencia, durante el vaciado.

Análisis de producto: Este análisis debe efectuarse en varillas que representen cada colada de acero.

Pruebas mecánicas.

Debe efectuarse una prueba de tensión y una de doblado por cada tamaño de varilla proveniente de una colada.

a) Materiales

Las operaciones necesarias para la habilitación, manejo y colocación del acero de refuerzo, deberán ejecutarse con los equipos necesarios y adecuados, los cuales serán aprobados por la supervisión.

El acero de refuerzo, debe llegar a la planta sin oxidación perjudicial, así como excepto de aceite o grasa, quiebres, escamas, y deformaciones de la sección. Deberá almacenarse bajo cobertizos y clasificares según su tipo y sección, protegiéndose contra la humedad y alteración química

El contratista presentara la documentación que avale la calidad del acero de refuerzo consistirá en certificado de calidad por parte del proveedor, estudio y análisis químico, físico y mecánico, avalados estos por un laboratorio acreditado para realizar este tipo de pruebas.

Se verificara la calidad del acero de refuerzo , mediante el ensaye de por lo menos una muestra por cada 20 toneladas, por diámetro y por proveedor. Cabe señalar que este estudio será valido si los ensayes se realizan en presencia de la supervisión.

b) Habilitado

Las varillas deberán corresponder a las clases, diámetros y numero indicado en planos.

Todo el acero deberá estar sujeto con amarres de alambre recocido o con tipo de sujeción que se especifique. Los separadores para dar el recubrimiento al acero, serán cubos de mortero o concreto y silletas de acero o asbesto, no se permitirá el uso de gravas, trozos de madera o pedazos de metal diferente al acero.

La sustitución del diámetro o grados de refuerzo, solo se permitirá con la autorización de la Supervisión.

Previo colado, el acero de refuerzo deberá estar libre de oxido suelto, lodo, aceite o cualquier otra capa que reduzca la adherencia.

Todos los extremos de la varillas llevaran ganchos, cuyos diámetros mínimos de dobles y longitudes en milímetros serán los que se indiquen en los planos y detalles correspondientes.

Todas las varillas se doblaran en frío, observando que el dobles no produzca fisuramiento, laminación o desprendimientos superficiales. El doblado en caliente requerirá de la autorización de la supervisión, en ningún caso se calentara el acero de refuerzo a mas de 530°C, sino esta tratado en frío y no mas de 400°C, en caso contrario.

Por ningún motivo se permitirá que el acero de refuerzo calentado tenga un enfriamiento rápido.

Los empalmes serán de dos tipos, traslapados, y/o soldados a tope y su uso será el que fijen los planos. Salvo otra indicación, en una misma sección no se permitirá empalmar mas de 50% de las varillas de refuerzo, y siguiendo las observaciones siguientes:

- No deberán traslaparse varillas mayores de numero (8)
- En elementos sujetos a flexión, las varillas traslapadas sin contacto entre si, no deben separarse mas de 20% de la longitud de traslape ni mas de 150mm
- Las juntas soldadas a tope deberán tener una resistencia de por lo menos el 125% de la resistencia de fluencia de las varillas que se suelden.
- Las varillas a tope se soldaran de acuerdo a los detalles que se indiquen en los planos
- Los electrodos serán serie E-90xx de bajo contenido de hidrogeno.

En las uniones de varillas mayores al número (8) que o sean soldadas, el contratista someterá a la supervisión el método a utilizar y para su aprobación el laboratorio deberá efectuar las pruebas necesarias de acuerdo a lo siguiente:

Para controlar la calidad de las uniones soldadas en varillas del numero (8) o mayores, se deben realizar pruebas destructivas de tensión a por lo menos el 2% de las juntas realizadas y pruebas radiograficas al 3% de las uniones

c) Colocación

Todo el acero de refuerzo deberá colocarse de acuerdo a lo indicado en los planos, teniendo en cuenta lo siguiente:

- La separación libre entre varillas paralelas de una capa, será de un diámetro de las mismas o 1.3 veces el tamaño máximo del agregado grueso, y nunca menor a 25 mm.
- Cuando el refuerzo paralelo se coloque en dos o más capas, las varillas de las capas superiores deberán colocarse directamente arriba de las que están en las capas inferiores a una distancia de 25 mm.
- En columnas armadas, con anillos o refuerzo helicoidal, la distancia libre entre varillas longitudinales no será menor que 1.5 veces el diámetro nominal de la varilla ni menor de 40 mm.
- Los paquetes de varillas no deberán contener más de 4, dispuestas en forma cuadrada o triangular para el caso de 3 varillas.
- Todas las varillas de refuerzo se deberán recubrir con los espesores de concreto indicados en los planos estructurales.

d) Tolerancia

Para dar por terminado el armado, y colocación del acero de refuerzo, la supervisión verificará que dimensiones, separación, sujeción, forma y posición se encuentran de acuerdo a los planos y dentro de las tolerancias que se indican. La suma de las discrepancias medidas en la dirección del refuerzo, con relación al proyecto, en losas, zapatas, trabes y vigas, no será mayor de 2 veces el diámetro de la varilla ni más del 5% del peralte efectivo.

El espesor del recubrimiento del acero de refuerzo en cualquier miembro estructural, no diferirá de la de proyecto en más de 5 mm.

V.3 ACERO DE PRESFUERZO.

Es aquel acero de alto carbono, en forma de alambre sin recubrimiento, relevado de esfuerzo, el cual después de enfriarse, se somete aun tratamiento térmico continuo, para eliminar los esfuerzos internos , y obtener ciertas propiedades y características.

El acero de presfuerzo se emplea como alambre solo o en torones, formado por 7 alambres, siendo 1 central y los 6 restantes envueltos, firmemente en forma helicoidal; con un paso uniforme de 12 a 16 veces el diámetro nominal del torón.

Estos se clasifican en grados: 176 (250 k) y grado 190 (270 k), y deberán cumplir los requisitos de la especificación de la Norma Oficial Mexicana (NOM-B-292-1988) “Torón de siete alambres sin recubrimiento, relevado de esfuerzos para concreto presforzado”.

De la cual podemos mencionar lo siguiente:

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los dos grados de torones de 7 alambres sin recubrimiento relevados de esfuerzos, de acero, para usarse en construcciones de concreto pretensadas o postensadas. Los 2 grados cubiertos por esta norma tienen, respectivamente, una resistencia última a la ruptura, mínima de 1725 y 1860 N/mm² (176 y 190 kgf/mm²) basados en el área nominal del torón.

Definiciones

Torón: Cualquier tramo de material que este formado por 6 alambres colocados en forma helicoidal sobre un alambre central, con un

paso uniforme no menor de 12 ni mayor de 16 veces el diámetro nominal de torón.

Alambre para presfuerzo: Elemento de acero, que tensado y anclado, se emplea para impartir presfuerzo al concreto.

Anclaje: Dispositivo para mantener los tendones bajo tensión.

Anclaje de pretensado: Dispositivo temporal que mantiene la fuerza de tensión en el acero de presfuerzo hasta la transferencia.

Anclaje de postensado: Dispositivo colocado en forma permanente en los extremos del tendón, por el cual se transmite al concreto endurecido la fuerza presforzante.

Cable: Tendón formado por varios alambres o torones que generalmente van dentro de un ducto.

Cama: Sitio, con las instalaciones adecuadas, donde se fabrican los elementos pretensados, por vaciado del concreto en los moldes.

Concreto presforzado: Concreto en el cual se aplica una fuerza de compresión que produce esfuerzos internos de magnitudes y distribución tales, que los esfuerzos resultantes de las cargas (de servicio) se contrarrestan hasta un nivel deseado.

Contraflecha: Deflexión hacia arriba que se presenta en un elemento estructural presforzado.

Inyección de lechada en los ductos: Operación de introducir la lechada requerida mediante bombeo a presión, dentro de los ductos de los tendones.

Pretensado: Método de presfuerzo en el cual los tendones se tensan antes de que se cuele el concreto.

Postensado: Método de presfuerzo en el cual los tendones se tensan después de que el concreto ha adquirido la resistencia de proyecto.

Relajamiento del acero: Decremento del esfuerzo en el acero de presfuerzo que depende del tiempo y no de una disminución de la fuerza de tensión. En el acero de presfuerzo es el porcentaje de pérdida de tensión, a temperatura constante y longitud constante.

Tensión inicial: Fuerza presforzante que permanece en el tendón al concreto del elemento estructural, al ser relevado el tendón de sus anclajes temporales extremos.

Clasificación y designación:

Clasificación: El torón para concreto presforzado se clasifica en dos grados conforme a su resistencia, como sigue:

Grado 1725 N/mm² (176 kgf/mm²)

Grado 1860 N/mm² (190 kgf/mm²)

Designación. En la designación del torón deben incluirse, como mínimo los siguientes datos.

- a) Nombre del material
- b) **Número y año de esta norma**
- c) Cantidad en (m)
- d) Diámetro del torón
- e) Grado del torón
- f) Empaque
- g) Requisitos especiales, si se requieren.

Un ejemplo para designarlo es el siguiente:

25.000 m de torón, de 12.7 mm de diámetro , grado 190 y en carretes de 3600 m, NOM-B-292-1988.

Cabe mencionar que todos los elementos prefabricados pretensados o postensados del proyecto especifican tarones: grado (270 k), $f_{pu} = 19000 \text{kg/cm}^2$ de $\frac{1}{2}$ " de diámetro, tensados a 13700 kg. cada uno.

A) Materiales

- a) Acero de presfuerzo

El contratista proporciona a la Supervisión los certificados de calidad que avalen las características del acero de presfuerzo.

Adicionalmente se debe controlar la calidad de los suministros mediante el ensaye de por lo menos una muestra por cada lote de acero.

Serán rechazados todos los alambres y/o torones que hayan sido desenredados. Todos los torones o alambres que se tensen a un mismo tiempo, serán tomados del mismo rollo.

Todo el alambre debe ser autodesenrollable.

El alambre que vaya usarse en anclajes tipo botón, debe ser de calidad suficiente para permitir formar este en frío.

El alambre a utilizar no debe llevar soldaduras o juntas. Cualquier unión que se hubiese efectuado en el proceso de fabricación del alambre deberá eliminarse.

Los torones deben tener un diámetro uniforme, no presentar defectos perjudiciales y tener un acabado compatible con una buena práctica de fabricación. No se permitirá que estos estén aceitados o engrasados. Una ligera oxidación, sin que haya causado picaduras visibles a simple vista, no será motivo de rechazo del material.

Tanto los alambres como los torones deberán identificarse con una etiqueta resistente y firmemente adherida en la que se indique la longitud, número de carrete, tamaño nominal y nombre o marca del fabricante.

b) Alambre y torones

Todos los alambre o torones que vayan a ser tensados simultáneamente, serán tomados del mismo rollo original de fábrica.

Cada uno de los cables o torones, deberán identificarse con su respectivo número, así como el rollo de acero en cada caso. El cortado de los cables y torones,

se efectuará con herramientas mecánicas aprobadas por la supervisión , el corte con soplete no se permitirá en ningún caso. No se permitirá soldar alambres o torones dentro de las longitudes de los mismos que vayan a quedar tensados.

c) Ductos y anclajes

La lámina de acero que se utilice en la fabricación de ductos, será del espesor y características mostradas en los planos.

En lo posible, se evitarán las juntas en los ductos. Cuando esto se presente, los traslapes tendrán cuando menos 30 cm. En ductos adyacentes, se evitará la introducción de materias extrañas , mediante un buen sellado entre juntas y ductos y de este con el anclaje.

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.

El anclaje y sus accesorios serán los mostrados en los planos y deberán identificarse mediante una etiqueta resistente y autoadherible, la que contendrá el tipo de anclaje y el número particular y/o general de la o las piezas que lo componen.

Salvo lo fijado en los planos y/o lo ordenado por la Supervisión, para el manejo y colocación de los ductos, se tomarán en cuenta las siguientes indicaciones:

- Se verificará la hermeticidad de los ductos y sus accesorios a fin de impedir la entrada de agua o lechada de concreto.

- En la fabricación y colocación no deberán dejarse caer o arrastrarse, quedando en su lugar de proyecto.
- Se fijarán en la posición indicada en planos, mediante los amarres o tipo de sujeción aprobado, ya sea al acero de refuerzo y/o al molde. No se iniciará ningún colado hasta que la supervisión inspeccione y apruebe dicha posición.
- Los ductos serán fijados y alineados con una tolerancia de ± 12 mm en tramos rectos y ± 25 mm en tramos con curvatura. Los anclajes se fijarán con una tolerancia de ± 12 mm, el espacio de separación mínima entre 2 ductos contiguos será el señalado en los planos.
- Antes de la inyección de la lechada, los ductos deben mantenerse libres de agua si los elementos que van a inyectarse están expuestos a temperaturas inferiores al punto de congelación.

B) Aplicación del presfuerzo

Salvo lo fijado en los planos y/o lo ordenado por Supervisión, para la aplicación del presfuerzo se observarán las recomendaciones siguientes:

- Los gatos, manómetros y demás instrumentos necesarios para las operaciones de tensado, serán previamente aprobados por la Supervisión, quien en cualquier momento podrá verificar su funcionamiento y calibración.
- El tensado total se efectuará posterior a que el concreto alcance la resistencia ($f'c$) total estipulada en los planos.
- Para aprobar el tensado de cada cable, deberá comprobarse la correspondencia de la fuerza aplicada con el alargamiento esperado en el extremo del cable. De no satisfacer esta correspondencia el tensado se suspenderá hasta corregir las causas.
- Después de efectuado el tensado y dentro de un plazo no mayor de 24 horas, deberán llenarse los ductos correspondientes, inyectándoles a presión el mortero de cemento en la proporción fijada.

- En elementos colados en el lugar, la remoción de la obra falsa, solo podrá realizarse después de aplicado el presfuerzo inicial o total, según se indique.

C) Habilitado, colado y tolerancia.

Tanto los ductos como los anclajes deberán limpiarse antes de su instalación y permanecer 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 e 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. Para el caso de los cabezales postensados del DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA - OCEANIA.

CAPITULO VI
PROPUESTA ESTRATEGICA
DE MONTAJE DE
ELEMENTOS
PREFABRICADOS.

CAPITULO VI PROPUESTA ESTRATEGICA DE MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

VI.1 Procedimiento constructivo para el montaje de elementos prefabricados

VI.1.1 Condiciones de ejecución para los trabajos de montaje de los elementos prefabricados

VI.2 Secuencia de montaje de los elementos prefabricados por zona

VI.3 Resumen de utilización de tandem's de montaje para traveses (TC),(TA) y (TCA) con peralte de 2.00 m.

En este capítulo final, describiremos el procedimiento constructivo para el montaje, así como las condiciones de ejecución para dichos trabajos de los elementos prefabricados.

Se propone la secuencia de montaje por zona, de acuerdo al avance actual (agosto 1998) en la obra civil, específicamente en los trabajos de cimentación, y considerando que se tienen fabricados la mayoría de los elementos a excepción de las columnas prefabricadas.

Finalmente, en la tabla 6.3 hacemos un resumen de la utilización de tandem's de montaje únicamente para traveses cajón tipo (TC),(TA) y (TCA) con peralte de 2.00m. Analizando la longitud, el peso y la altura a la que quedara montada cada trabe, para así poder proponer el equipo ideal para poderlas montar por crujía.

VI.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA EL MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

En este punto enumeraremos el procedimiento constructivo para el montaje de elementos prefabricados que componen la estructura y superestructura del

DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA, como lo son: columnas presforzadas, cabezales postensados y travesaños tipo (TC),(TA),(TCA) y (TB) presforzadas.

1. Colado de la cimentación, dejando las preparaciones para recibir las columnas prefabricadas.
2. Nivelación de los muros de apoyo de las columnas.
3. Montaje de columnas prefabricadas, sobre los muros de apoyo.
4. Nivelación de columnas para lo cual se podrán emplear placas de acero como calce.
5. Fijación de las columnas a los muros de apoyo, por medio de los pernos preparados para esto (si es necesario sujetar las columnas adicionalmente con tirantes, para asegurar su estabilidad).
6. Colado de nudos de la conexión zapata-columnas.
7. Colocar contravientos (una vez alcanzada la resistencia del concreto de la conexión zapata-columna) entre el nivel del terreno y el 1er. nivel.
8. Montaje de los cabezales prefabricados en el 1er. nivel.
9. Habilitado del acero de refuerzo de las conexiones cabezal-columna, dejando preparación de ductos, cables y accesorios para el postensado.
10. Postensado de los cabezales e inyección de lechada en ductos (únicamente para cabezales intermedios).
11. Colado de la conexión cabezal-columna.
12. Montaje de tabletas prefabricadas (una vez alcanzada la resistencia del concreto en conexiones cabezal-columna).
13. Habilitar acero de refuerzo y colar el firme estructural sobre cabezales y tabletas.
14. Colocar puntales entre cabezales del 1er. nivel.
15. Colocar contravientos entre 1er. Y 2do. nivel.

16. Verificar para cada columna que la superficie de apoyo para cabezales este nivelada, si no lo esta, hacerlo con mortero graut ($f_c=350 \text{ kg/cm}^2$).
17. Montaje de cabezales prefabricados del 2 do. nivel (una vez alcanzada la resistencia del concreto del firme estructural del 1er. nivel).
18. Habilitado del acero de refuerzo de las conexiones cabezal-columna.
19. Colado de las conexiones cabezal-columna.
20. Montaje de tabletas prefabricadas del 2do. nivel (una vez alcanzada la resistencia del concreto en conexión cabezal-columna).
21. Habilitar acero de refuerzo y colar el firme estructural sobre cabezales y tabletas.
22. Colocar puntales entre cabezales del 2 do. nivel
23. Una vez alcanzada la resistencia del concreto del firme estructural del 2do. nivel, continuar.
24. Montaje de trabes centrales (TC) y trabes(TB) prefabricadas en 1er. y 2do. nivel.
25. Habilitado del firme estructural sobre las trabes prefabricadas.
26. Preparación de accesorios para juntas constructivas en el firme, así como de traslapes de refuerzos del firme de trabes con los de cabezales (centros de rigidez).
27. Colado del firme estructural, quedando en esta etapa integrado el firme de trabes y el de centros de rigidez.

VI.1.1 CONDICIONES DE EJECUCION PARA LOS TRABAJOS DE MONTAJE DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS

Dada la magnitud del proyecto, desde la licitación pública nacional para los concursantes se consideraron las condiciones, para el montaje de los elementos prefabricados que se mencionan a continuación:

- Previo al montaje de los elementos se colocaran los dispositivos para protección de la obra, apegándose estrictamente al MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE TRANSITO EN ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS, de la Secretaria de Transportes y Vialidad del D.F. así como los señalamientos indicativos, preventivos y restrictivos de seguridad laboral aplicables. El señalamiento será proyectado por el contratista y sometido a la autorización de los representantes de la D.G.C.O.S.T.C. En caso de realizarse maniobras de alto riesgo a través de los pasos peatonales o cruces vehiculares, el personal de seguridad deberá coordinar y vigilar el cruce de peatones y vehículos. El señalamiento nocturno será luminoso, constante y suficiente, apegándose a lo dispuesto en el manual mencionado.
- Los trabajos nocturnos no deberán emitir ruidos por maniobras que molesten a los habitantes del lugar.
- Se tomará en cuenta que en todas las vialidades cercanas a la obra o que crucen con esta, pudiera haber desvíos viales o bandeos vehiculares, así como libranzas que afecten los rendimientos de obra y que en ocasiones, en esas zonas, podrá trabajarse únicamente durante la noche, previa autorización y horario que indiquen las dependencias responsables a través de la D.G.C.O.S.T.C.
- En especial se tomará en cuenta que el traslado a la obra de los elementos prefabricados, cuyas dimensiones excesivas pudieran entorpecer el tránsito vehicular serán en horarios y rutas que no entorpezcan el tránsito vehicular.
- En general, el contratista será responsable de ejecutar los bandeos y desvíos de tránsito vehicular que se requieran durante el montaje de los elementos prefabricados incluyendo las adecuaciones y/o mejoramientos del terreno para soporte del equipo, para lo cual deberá coordinarse con la D.G.C.O.S.T.C. y entregar el programa particular de montaje para tramitar ante la dependencia correspondiente las fechas y horarios de cierre de vialidad y desvíos provisionales por maniobras.

- A lo largo de la avenida Puenteros (zona de marcos) existe una línea de Pemex, en la cual deberán tomarse las precauciones necesarias (señalización, restricciones de circulación y de pesos etc.) para evitar daños a estas instalaciones, así como contemplar los bajos rendimientos o maniobras especiales que esto ocasionará.
- El trazó de las instalaciones subterráneas correspondientes a otras dependencias o entidades operativas, como Compañía de Luz y Fuerza, Telmex, Policía y Tránsito, Pemex, etc. será entregado físicamente. Las instalaciones municipales, como agua potable y drenaje, vendrán señaladas en el proyecto. El contratista las verificará y señalará en obra para que se extremen precauciones durante el proceso de montaje, en caso de daños por negligencia, la contratista será la responsable de pagar y/o reponer las instalaciones dañadas.
- Para la ejecución de los trabajos de montaje el licitante deberá sujetar sus procedimientos constructivos a un programa que no interfiera con la obra Metro, y que no afecte la circulación vial existente, por lo que los montajes serán preferentemente nocturnos.
- El licitante deberá tomar en cuenta las diferentes maniobras de los elementos prefabricados, estudiando en campo donde se requerirán equipos de mayor alcance, lanzado de travesaños, traspaleo, dobles maniobras, etc., debido a las áreas reducidas de trabajo por las vialidades existentes y las diferentes obras simultáneas que se están ejecutando.
- Finalmente, se deberán considerar las instalaciones municipales marcadas en los planos, previniendo su protección con anticipación al montaje de los elementos prefabricados.

VI.2 SECUENCIA DE MONTAJE DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS POR ZONA

Debido al atraso en la obra civil (cimentación) por insuficiencia presupuestal y teniendo actualmente un mayor avance en la zona B que en la zona A. Considerando que se tienen fabricados la mayoría de los elementos prefabricados (custodiados y almacenados en las diferentes plantas donde fueron fabricados).

Se propone la siguiente estrategia de montaje de los diferentes elementos prefabricados por zona para EL DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA-OCEANIA. En la tabla 6.1 para zona B. y en la tabla 6.2 para la zona A.: Considerando el avance actual en la cimentación siguiente:

ZONA A

- Se tienen liberados 8 cajones de cimentación (zapatas): 1-B, 2-B, 3-B, 4-AB, 5-AB, 43-C, 15-E- y 58-F.
- Se tienen colados 3 cajones de cimentación con sus respectivas columnas coladas en sitio: 55-F, 56-F, 57-F.

ZONA B

- Se tienen liberados 7 cajones de cimentación (zapatas): 30-A, 22-B, 24-B, 26-B, 28-B, 30-B y 33-B.
- Se tienen colados 3 cajones de cimentación con sus respectivas columnas coladas en sitio: 24-G, 26-G y 28-G.
- En la zona de marcos se tienen liberados los dados de cimentación y contratrabes de los ejes: M-1, M-2, M-3, M-4, M-5, M-6, M-7, M-12, M-13, M-14, M-15, M-16, M-17 y M-18. Así como la contratrabe longitudinal del eje M-1 al eje M-17

(lado derecho en el sentido del cadenamamiento y del eje M-1 al eje M-3 (lado izquierdo en el sentido del cadenamamiento)).

(figs. 3.8,3.9 y 3.10 del capitulo III).

TABLA 6.1 SECUENCIA DE MONTAJE DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS PARA ZONA "B" nota: C.S. significa colada en sitio

PRIORIDAD	COLUMNAS	CABEZAL	TRABES (TC,TA,TB)	NIVEL
	C-30 B-48 IZQ. DER.	B-48		2
	C-30 B-49 IZQ. DER.	B-49		2
	C-24 G-2,G-3 C.S.		TA-21	2
	C-26 G-4,G-5 C.S.		TA-22	2
	C-28 G-6 ,G-7 C.S.		TA-23	2
			TC-234	2
			TC-235	2
			TC-236	2
			TC-237	2
1	C-28 B-46 I. D.	B-46	TC-205	2
	C-28 B-47 I. D.	B-47	TC-206	2
			TC-207	2
2	C-26 B-44 I.D.	B-44	TC-202	2
	C-26 B-45 I.D.	B-45	TC-203	2
			TC-204	2
3	C-24 B-42 I.D.	B-42	TC-199	2
	C-24 B-43 I.D.	B-43	TC-200	2
			TC-201	2
4	C-42 A-56 I.D.	A-56	TC-96	1
	C-42 A-57 I.D.	A-57	TC-97	1
			TC-98	1
5	C-41 A-54 I.D.	A-54	TC-93	1
	C-41 A-55 I.D.	A-55	TC-94	1
			TC-95	1
6	C-39 A-50 I.D.	A-50	TC-87	1
	C-39 A-51 I.D.	A-51	TC-88	1
			TC-89	1
7	C-40 A-52 I.D.	A-52	TC-90	1
	C-40 A-53 I.D.	A-53	TC-91	1
			TC-92	1
8	C-38 B-55 I.D.	B-55	TC-216	2
			TC-217	2
			TC-218	2
			TC-219	2
9	C-35 B-53 I.D.	B-53	TC-212	2
	C-35 B-54 I.D.	B-54	TC-213	2

PRIORIDAD	COLUMNAS	CABEZAL	TRABES (TC,TA,TB)	NIVEL			
10	C-33 B-51 I.D. C-33 B-52 I.D.	B-51 B-52	TC-214	2			
			TC-215	2			
			TC-208	2			
			TC-209	2			
			TC-210	2			
			TC-211	2			
11	C-32 B-50 I.D. C-22 B-40 I.D. C-22 B-41 I.D.	B-50 B-40 B-41	TB-1 A TB-10	2			
			TC-196	2			
			TC-197	2			
12	C-35 A-46 I.D. C-35 A-47 I.D.	A-46 A-47	TC-198	2			
			TC-81	1			
			TC-82	1			
13	C-37 A-48 I.D. C-37 A-49 I.D.	A-48 A-49	TC-83	1			
			TC-84	1			
			TC-85	1			
14	C-33 A-44 I.D. C-33 A-45 I.D.	A-44 A-45	TC-86	1			
			TC-78	1			
			TC-79	1			
15	C-30 A-42 I.D. C-30 B-43 I.D.	A-42 A-43	TC-80	1			
			TC-75	1			
			TC-76	1			
16	C-20 A-30, B-36 I.D. C-20 A-31, B-37 I.D. C-21A-32, B-38 I.C. D. C-21 A-33, B-39 I.C.D.	B-36 B-37 A-30 A-31 A-32 B-38 A-33 B-39	TC-77	1			
			TC-56	1			
			TC-57	1			
			TC-58	1			
			TC-59	1			
			TC-190	1			
			TC-191	2			
			TC-192	2			
			17	C-19 A-28, B-34 I.D. C-19 A-29, B-35 I.D.	A-28 B-34 A-29 B-35	TC-52	1
						TC-53	1
TC-54	1						
TC-55	1						
TC-187	2						
TC-188	2						
18			TC-189	2			
			TC-189 ^a	2			
			TC-193	2			
			TC-194	2			
			TC-195	2			
19	C-22 A-34 I.D. C-22 A-35 I.D.	A-34 A-35	TC-60	1			
			TC-61	1			
			TC-62	1			
20	C-24 A-36 I.D. C-24 A-37 I.D.	A-36 A-37	TC-63	1			
			TC-64	1			
			TC-65	1			
21	C-26 A-38 I.D. C-26 A-39 I.D.	A-38 A-39	TC-66	1			
			TC-67	1			

PRIORIDAD	COLUMNAS	CABEZAL	TRABES (TC,TA,TB)	NIVEL
22	C-28 A-40 I.D. C-28 A-41 I.D.	A-40 A-41	TC-68 TC-69 TC-70 TC-71	1 1 1 1
23			TC-72 TC-73 TC-74	1 1 1
ZONA DE MARCOS (1er y 2do. NIVEL)				
	COLUMNAS		TRABES (TR y T)	
	C-M-21 I.D. C-M-20 I.D.		TR-8 Y 24, T-16(2), 49(2) TR-9 Y 26, T-18, 19, 51, 52	
	C-M-19 I.D. C-M-18 I.D. C-M-17 I.D.		TR-9 Y 26, T-18(2), 51(2) TR-9 Y 25, T-18(2), 51(2) TR-8 Y 24, T-17, 18, 50, 51	
	C-M-16 I.D. C-M-15 I.D. C-M-14 I.D. C-M-13 I.D. C-M-12 I.D. C-M-11 I.D. C-M-10 I.D. C-M-9 I.D. C-M-8 I.D. C-M-7 I.D. C-M-6 I.D. C-M-5 I.D. C-M-4 I.D. C-M-3 I.D. C-M-2 I.D. C-M-1 I.D.		TR-8 Y 24, T-16(2), 49(2) TR-8 Y 24, T-16(2), 49(2) TR-8 Y 24, T-16(2), 49(2) TR-7 Y 23, T-14,15,47,48 TR-7 Y 23, T-14(2), 47(2) TR-7 Y 23, T-14(2), 47(2)	
	C-M-43 I.D. C-M-42 I.D. C-M-41 I.D. C-M-40 I.D. C-M-39 I.D. C-M-38 I.D. C-M-37 I.D. C-M-36 I.D. C-M-35 I.D. C-M-34 I.D. C-M-33 I.D. C-M-32 I.D. C-M-31 I.D. C-M-30 I.D. C-M-29 I.D. C-M-28 I.D. C-M-27 I.D.		TR-16 Y 32, T-33,66 TR-15 Y 31, T-31,32,64,65 TR-14 Y 30, T-29,30,62,63 TR-13 Y 29, T-27,28,60,61 TR-12 Y 18, T-25,26,58,59 TR-11 Y 27, T-23,24,56,57 TR-10 Y 26, T-21,22,54,55 TR-8 Y 24, T-16,20,49,53 TR-8 Y 24, T-16(2),49(2) TR-8 Y 24, T-16(2),49(2)	

C-M-26 I.D.	TR-8Y24, T-16(2),49(2)
C-M-25 I.D.	TR-8Y24, T-16(2),49(2)
C-M-24 I.D.	TR-8Y24, T-16(2),49(2)
C-M-23 I.D.	TR-8Y24, T-16(2),49(2)
C-M-22 I.D.	TR-8Y24, T-16(2),49(2)

Tabla 6.2 Secuencia de montaje de los elementos prefabricados para zona "A"

Nota: C.S. significa colada en sitio

PRIORIDAD	COLUMNAS	CABEZAL	TRABES (TC,TA,TB)	NIVEL	
24	C-1 B-2 IZQ. DER.	B-2	TC-134	2	
	C-1, B-3 I.D.	B-3	TC-135	2	
			TC-136	2	
25	C-2, B-4 I.D.	B-4	TC-137	2	
	C-2, B-5 I.D.	B-5	TC-138	2	
			TC-139	2	
26	C-3, B-6 I.D.	B-6	TC-140	2	
	C-3, B-7 I.D.	B-7	TC-141	2	
			TC-142	2	
27	C-4AB A-2, I.D.	A-2	TC-1	1	
	C-4AB A-3 I.D.	A-3	TC-2	1	
	C-4A, B-8 I.D.		TC-3	1	
	C-4A, B-9 I.D.		TC-4	1	
28	C-5A, B A-4 I.D.	A-4	TC-5	1	
	C-5AB A-5 I.D.	A-5	TC-6	1	
	C-5A, B-10 I.D.		TC-7	1	
	C-5A, B-11 I.D.	B-11	TC-8	1	
29	C-6AB, A-6 I.D.	A-6	TC-9	1	
	C-6AB, A-7 I.D.	A-7	TC-10	1	
	C-6AB, B-12 I.D.		TC-11	1	
	C-6AB, B-13 I.D.		TC-12	1	
			TC-13	1	
	30		B-8	TC-143	2
			B-9	TC-144	2
			TC-145	2	
31		B-10	TC-146	2	
		B-11	TC-147	2	
32			TC-148	2	
		B-12	TC-149	2	
		B-13	TC-150	2	
33			TC-151	2	
	C-48, D-1 I.D.	D-1	TC-111	1	
	C-48, D-1 2.D.	D-2	TC-112	1	
			TC-113	1	
	C-8 B-14 I.D.	B-14	TC-152	2	
	C-8 B-15 I.D.	B-15	TC-153	2	
34			TC-154	2	
	C-49, D-3	D-3	TC-114	1	

PRIORIDAD	COLUMNAS	CABEZAL	TRABES (TC,TA,TB)	NIVEL
			TC-115	1
			TC-116	1
35	C-10 B-16 I.D.	B-16	TC-155	2
	C-10 B-17 I.D.	B-17	TC-156	2
			TC-157	2
36	C-9 A-10, F-14 I.D.	A-10	TC-19	1
		F-14	TC-20	1
	C-9 A-10, F-15 I.D.	A-11	TC-21	1
		F-15		
	C-7 A-8, F-12 I.D.	A-8	TC-230	2
		F-12		
	C-7 A-9, F-13 I.D.	A-9	TC-231	2
		F-13		
	C-43 C-1, I.D. C.S.		TCA-1	1
			TCA-2	1
37			TC-14	1
			TC-15	1
			TC-16	1
			TC-17	1
			TC-18	1
38	C-50 D-4 I.D.	D-4	TC-117	1
	C-50 D-5 I.D.	D-5	TC-118	1
			TC-119	1
39	C-51 D-6 I.D.	D-6	TC-120	1
	C-51 D-7 I.D.	D-7	TC-121	1
			TC-122	1
40	C-52 D-8 I.D.	D-8	TC-123	1
	C-52 D-9 I.D.	D-9	TC-124	1
			TC-125	1
41	C-53 D-10 I.D.	D-10	TC-126	1
	C-53 D-11 I.D.	D-11	TC-127	1
			TC-128	1
42			TC-129	1
			TC-130	1
			TC-131	1
43	C-16 A-22, B-28			
	C-16 A-23, B-29			
	C-16 E-4 I.D. C.S.		TA-11	1
	C-16 E-5 I.D. C.S.		TA-12	1
44	C-15 A-20, B-26 I.D.			
	C-15 A-21, B-27 I.D.			
	C-15 E-2, I.D. C.S.		TA-9	1
	C-15 E-3, I.D. C.S.		TA-10	1
45	C-17 A-24, B-30 I.D.	A-27		
	C-17 A-25, B-31 I.D.	A-26		
	C-17 E-6, I.D. C.S.	B-33		
	C-17 E-7, I.D. C.S.	B-32		
	C-18 A-26, B-32 I.D.	A-25		
	C-18 A-27, B-33 I.D.	A-24		

PRIORIDAD	COLUMNAS	CABEZAL	TRABES (TC,TA,TB)	NIVEL	
46		B-31			
		B-30			
			TC-51	1	
			TC-50	1	
			TC-186	2	
			TC-49	1	
			TC-48	1	
			TC-185	2	
			TC-47	1	
			TC-184	2	
			A-23		
			A-22		
			B-28		
			B-29		
47			TC-46	1	
			TC-45	1	
			TC-44	1	
			TC-183	2	
			TC-43	1	
			TC-182	2	
			TC-42	1	
			TC-181	2	
			A-21		
			A-20		
48	C-14 A-18, B-24 I.D. C-14 A -19, B-25 I.D.	B-27			
		B-26			
			TC-100	1	
			TC-99	1	
			TC-39	1	
			TC-180	2	
			TC-38	1	
			TC-179	2	
			TC-37	1	
			TC-178	2	
49	C-13 A -16, B-22 I.D.	A-18			
		A-19			
		B-24			
		B-25			
			TC-133	1	
			TC-132	1	
			TC-36	1	
			TC-177	2	
			TC-35	1	
			TC176	2	
	TC-34	1			
	TC-175	2			
	TC-174	2			
	A-16				

PRIORIDAD	COLUMNAS	CABEZAL	TRABES (TC,TA,TB)	NIVEL
50	C-13 A -17, B-23 I.D	A-17 B-22 B-23	TC-33	1
			TC-32	1
			TC-173	2
			TC-31	1
			TC-172	2
			TC-171	2
			TC-170	2
	C-12 A -14, B-20 I.C.D. C-12 A -15, B-21 I.C.D	A-14 A-15 B-20 B-21	TC-30	1
			TC-29	1
			TC-28	1
			TC-169	2
			TC-168	2
			TC-167	2
			TC-166	2
51	C-11 A -12, B-18 I.C.D. C-11 A -13, B-19 I.C.D.	A-12 A-13 B-18 B-19	TC-27	1
			TC-26	1
			TC-25	1
			TC-165	2
			TC-164	2
			TC-163	2
			TC-162	2
			TC-161	2
			TC-158	2
			TC-159	2
			TC-160	2
			TC-22	1
			TC-23	1
			TC-232	2
TC-233	2			
TC-24	1			
TA-15	2			
TA-16	2			
TA-17	2			
TA-18	2			
52			TC-224	2
			TC-225	2
53				
54	C-57 F-6 I.D.C.S. C-57 F-7 I.D.C.S. C-58 F-4 I.D.C.S. C-58 F-5 I.D.C.S.			

PRIORIDAD	COLUMNAS	CABEZAL	TRABES (TC,TA,TB)	NIVEL
	C-54 F-11 I.D.C.S.		TCA-5	2
			TCA-6	2
	C-55 F-9 I.D.C.S.			
	C-55 F-10 I.D.C.S.			
	C-56 F-8 I.D.C.S.			
			TA-19	2
			TA-20	2
			TC-228	2
			TC-229	2
			TCA-3	2
			TCA-4	2
			TC-226	2
			TC-227	2
	C-59, F-2 I.D.C.S.		TA-13	2
	C-59, F-3 I.D.C.S.		TA-14	2
			TC-222	2
			TC-223	2
			TC-220	2
			TC-221	2
	C-44 C-2 I.D.C.S.			
	C-44 C-3 I.D.C.S.			
			TA-1	1
			TA-2	1
			TC-101	1
			TC-102	1
	C-47 C-8 I.D.C.S.			
	C-47 C-9 I.D.C.S.			
			TA-7	1
			TA-8	1
			TC-109	1
			TC-110	1
	C-46 C-6 I.D.C.S.			
	C-46 C-7 I.D.C.S.			
			TA-5	1
			TA-6	1
			TC-107	1
			TC-108	1
	C-45 C-4 I.D.C.S.			
	C-45 C-5 I.D.C.S.			
			TA-3	1
			TA-4	1
			TC-105	1
			TC-106	1
			TC-103	1
			TC-104	1

VI.3 RESUMEN DE UTILIZACIÓN DE TANDEM'S DE MONTAJE PARA TRABES (TC) (TA), Y (TCA) CON PERALTE DE 2.00M.

Debido a la magnitud del proyecto, solo presentaremos en la tabal 6.3 Utilización de tandem's de montaje para traves tipo (TC), (TA) y (TCA) con peralte de 2.00 m. Que en total suman 220 traves, tanto para la zona B (no incluyendo la zona de marcos) frente Oceanía como la zona A frente Zaragoza-Troncoso.

En el (plano 04) " Propuesta de estrategia de montaje zona B". Se muestra la secuencia de montaje de las traves tipo (TC) por crujía de la 1 a la 23, Donde se analizo la longitud, el peso y la altura a la que se montaran a cada trabe para proponer el equipo ideal (grúas de alta capacidad) para poderlas montar.

En el (plano 05) "Propuesta de estrategia de montaje zona A". Se muestra la continuación de la secuencia de montaje de las traves tipo (TC), (TA), y (TCA) por crujía de la 24 a la 54. Donde se analizo la longitud, el peso y la altura a la que se montara cada trabe para proponer el equipo ideal (Grúas de alta capacidad) para poderlas montar.

TABLA 6.3 resumen de utilización de tandem's de montaje para traves tipo (TC), (TA), y (TCA) con peralte de 2.00 m.

CRUJIA	CUERPO	TANDEM MONTAJE COMPUESTO DE:	Trabe	Longitud (M)	Peso (Ton)	Num consec.
FRENTE OCEANIA						
1	B	2 GRUAS DE 140 TON	TC-205	24.19	83.00	1
			TC-206	24.19	83.00	2
			TC-207	24.19	83.00	3
2	B	2 GRUAS DE 140 TON	TC-202	24.19	83.00	4
			TC-203	24.19	83.00	5
			TC- 20419	24.19	83.00	6
3	B	2 GRUAS DE 140 TON	TC-200	22.70	79.00	7
			TC-201	22.09	79.00	8
			TC-96	22.09	79.00	9

CRUJIA	CUERPO	TANDEM MONTAJE COMPUESTO DE:	Trabe	Longitud (M)	Peso (Ton)	Num consec.
4	A	2 GRUAS DE 140 TON	TC-97	36.65	118.00	10
			TC-98	36.65	188.00	11
			TC-93	36.65	118.00	12
5	A	2 GRUAS DE 140 TON	TC-94	33.64	110.00	13
			TC-95	33.08	110.00	14
			TC-87	33.83	110.00	15
6	A	1 GRUA DE 140 TON + 1 GRUA DE 300 TON OBLIGADO	TC-91	36.30	114.00	16
			TC-92	36.20	114.00	17
7	A	2 GRUAS DE 140 TON	TC-210	30.28	114.00	18
			TC-217	33.29	109.00	19
			TC-218	32.82	107.00	20
			TC-219	32.36	106.00	21
8	B	ESTRUCTURA LANZADO OBLIGADO -MAS ESTRUCTURA LOZADA OBLIGADO 2 GRUAS DE 140 TON	TC-212	36.02	118.00	22
			TC-213	36.72	119.00	23
			TC-214	36.94	119.00	24
			TC-215	37.10	119.00	25
9	B	ESTRUCTURA LANZADO OBLIGADO 2 GRUAS DE 140 TON	TC-206	26.36	98.00	26
10	B	ESTRUCTURA LANZADO OBLIGADO	TC-209	25.38	98.00	27
			TC-210	26.38	98.00	28
			TC-211	26.38	98.00	29
11	B	2 GRUAS DE 140 TON 2 GRUAS DE 140 TON-1 GRUA DE 300 TON	TC-196	29.35	98.00	30
			TC-197	29.35	98.00	31
			TC-198	29.35	98.00	32
12	A	2 GRUAS DE 140 TON OBLIGADO	TC-81	29.35	98.00	33
			TC-82	26.48	87.00	34
			TC-83	25.11	86.00	35
13	A	2 GRUAS DE 140 TON	TC-84	24.76	85.000	36
			TC-85	34.04	111.00	37
			TC-86	34.38	112.00	38
14	A	2 GRUAS DE 140 TON	TC-78	34.72	113.00	39
			TC-79	33.87	116.00	40
			TC-80	23.87	116.00	41
15	A	2 GRUAS DE 140 TON	TC-75	35.87	116.00	42
			TC-76	29.52	99.00	43
			TC-77	29.58	99.00	44
16	AB	2 GRUAS DE 140 TON	TC-59	29.06	99.00	45
			TC-58	32.84	107.00	46
			TC-58	32.84	107.00	47
			TC-57	32.84	107.00	48
			TC-56	31.80	104.00	49
			TC-192	32.80	107.00	50

CRUJIA	CUERPO	TANDEM MONTAJE COMPUESTO DE:	Trabe	Longitud (M)	Peso (Ton)	Num comnc
17	AB	2 GRUAS DE 140 TON OBLIGADO	TC-191	37.79	110.00	51
			TC-190	33.92	113.00	52
			TC-55	35.20	110.00	53
			TC-54	34.47	114.00	54
			TC-189 ^a	32.36	118.00	55
			TC-83	33.05	106.00	56
			TC- 52	33.62	108.00	57
			TC-189	33.74	107.00	58
			TC-188	32.42	110.00	59
			TC-187	33.46	112.00	60
18	B	2 GRUAS DE 140 TON OBLIGADO	TC-193	35.35	110.00	61
			TC-194	34.36	112.00	62
			TC-195	35.33	114.00	63
19	A	2 GRUAS DE 140 TON	TC-60	24.82	85.00	64
			TC-61	24.40	84.00	65
			TC-62	23.99	82.00	66
20	A	2 GRUAS DE 140 TON	TC-63	23.98	82.00	67
			TC-64	22.98	80.00	68
			TC-65	21.99	77.00	69
21	A	2 GRUAS DE 140 TON	TC-66	23.30	81.00	70
			TC-67	23.30	81.00	71
			TC-68	23.30	81.00	72
22	A	2 GRUAS DE 140 TON	TC-69	22.64	83.00	73
			TC- 70	22.84	83.00	74
			TC-71	22.64	83.00	75
23	A	2 GRUAS DE 140 TON	TC-72	24.14	83.00	76
			TC-73	24.14	83.00	77
			TC-74	24.14	83.00	78
FRENTE ZARAGOZA TRONCOSO						
24	B	2 GRUAS DE 140 TON	TC-134	24.14	83.00	79
			TC-135	24.14	83.00	80
			TC-136	24.14	83.00	81
25	B	2 GRUAS DE 140 TON	TC-137	37.00	119.00	82
			TC-138	36.72	119.00	83
			TC-139	36.44	117.00	84
26	B	2 GRUAS DE 140 TON	TC-140	35.61	115.00	85
			TC-141	35.93	116.00	86
			TC-142	36.24	117.00	87
27	B	2 GRUAS DE 140 TON	TC-1	35.93	116.00	88
			TC-2	35.93	116.00	89

CRUJIA	CUERPO	TANDEM MONTAJE COMPUESTO DE:	Trabe	Longitud (M)	Peso (Ton)	Num comnc
			TC-3	35.93	116.00	90
FRENTE "ZARAGOZA -TRONCOSO"						
			TC- 4	36.72	118.00	91
28	A	2 GRUAS DE 140 TON	TC-5	36.72	118.00	92
			TC-6	36.72	118.00	93
			TC-7	36.72	118.00	94
			TC-31	35.93	116.00	95
			TC-12	35.93	116.00	96
			TC-11	35.93	116.00	97
			TC-10	35.93	116.00	98
			TC-9	35.91	116.00	99
29	A	2 GRUAS DE 140 TON + 1GRUA DE 30 TON	TC-145	35.85	115.00	100
			TC-144	35.83	116.00	101
			TC-146	35.85	116.00	102
			TC-147	35.92	116.00	103
			TC-148	35.93	108.00	104
30	B	2 GRUAS DE 140 TON + 1GRUA DE 30 TON	TC-151	35.93	108.00	105
			TC-150	35.93	108.00	106
			TC-149	35.93	108.00	107
31	B	2 GRUAS DE 140 TON + 1GRUA DE 30 TON	TC- 113	35.93	108.00	108
			TC-112	35.93	108.00	109
			TC-111	35.93	116.00	110
32	B	2 GRUAS DE 140 TON + 1GRUA DE 30 TON	TC-164	35.93	116.00	111
			TC-153	35.93	116.00	112
			TC-152	19.16	69.00	113
33	BD	2 GRUAS DE 300 TON	TC-116	17.99	63.00	114
			TC-115	16.96	115.00	115
			TC-114	33.13	115.00	116
			TC-155	34.44	115.00	117
			TC-150	35.55	115.00	118
			TC-157	30.33	100.00	119
34	D	2 GRUAS DE 300 TON	TC-19	30.39	100.00	120
			TC-20	30.45	100.00	121
			TC-21	37.13	119.00	122
			TCA-1	36.93	119.00	123
			TCA-2	35.74	118.00	124
			TC- 230	34.12	113.00	125
35	AFC	2 GRUAS DE 140 TON	TC-231	34.97	113.00	126
			TC-14	28.30	113.00	127
			TC-15		94.00	128
			TC-16	29.30	96.00	129

CRUIJA	CUERPO	TANDEM MONTAJE COMPUESTO DE:	Trabe	Longitud (M)	Peso (Ton)	Num comnc
			TC-17	37.34	120.00	130
			TC-18	37.70	121.00	131
36	A	2 GRUAS DE 140 TON	TC-119	29.67	96.00	132
			TC-118	28.45	95.00	133
			TC-117	27.63	92.00	134
			TC-122	26.67	96.00	135
			TC-121	25.48	111.00	136
37	D	2 GRUAS DE 140 TON	TC-120	34.16	104.00	137
			TC-125	31.87	97.00	138
			TC-124	29.18	118.00	139
38	D	2 GRUAS DE 140 TON	TC-123	35.79	116.00	140
			TC-128	35.82	115.00	141
			TC-127	35.85	115.00	142
39	D	2 GRUAS DE 140 TON	TC-126	35.58	112.00	143
			TC-131	34.05	110.00	144
			TC-130	33.74	115.00	145
40	D	2 GRUAS DE 140 TON	TC-129	35.85	115.00	146
			TA-11	35.66	114.00	147
			TA-12	35.48	89.00	148
41	D	2 GRUAS DE 140 TON	TA-9	26.22	89.00	149
			TA-10	26.22	89.00	150
			TC-51	26.22	59.00	151
42	E	2 GRUAS DE 140 TON	TC-50	16.05	59.00	152
			TC-186	16.05	104.00	153
			TC-49	16.05	104.00	154
			TC-48	16.05	104.00	155
43	E	2 GRUAS DE 140 TON	TC-185	31.85	104.00	156
44	AB	2 GRUAS DE 140 TON - 1 GRA DE 30 TON	TC-47	31.80	104.00	157
			TC-184	31.74	104.00	158
			TC-46	31.76	104.00	159
			TC-45	31.74	104.00	160
			TC-44	31.74	104.00	161
			TC-183	31.74	104.00	162
			TC-43	31.74	104.00	163
45	ABE	(SOLO 2 GRUAS DE 140 TON)	TC-182	29.24	97.00	164
		(SOLO 2 GRUAS DE 140 TON)	TC-42	29.77	99.00	165
			TC-181	34.26	111.00	166
		2 GRUAS DE 140 TON - 1 GRA DE 30 TON	TC-100	34.98	111.00	167
			TC-99	34.90	113.00	168
			TC-39	35.70	113.00	169
			TC-180	35.62	115.00	170

CRUJIA	CUERPO	TANDEM MONTAJE COMPUESTO DE.	Trabe	Longitud (M)	Peso (Ton)	Num comnc
			V38	27.45	115.00	171
46	ABE	(SOLO 2 GRUAS DE 140 TON) (SOLO 2 GRUAS DE 140 TON) 2 GRUAS DE 140 TON - 1 GRA DE 30 TON	TC-179	27.56	115.00	172
			TC-37	35.49	115.00	173
			TC-178	35.49	92.00	174
			TC-133	35.71	92.00	175
			TC-132	35.65	115.00	176
			TC-36	35.81	115.00	177
			TC-177	35.81	115.00	178
			TC-35	32.81	115.00	179
47	ABE	(SOLO 2 GRUAS DE 140 TON) (SOLO 2 GRUAS DE 140 TON) 2 GRUAS DE 140 TON - 1 GRA DE 30 TON	TC-176	32.80	107.00	180
			TC-34	35.87	107.00	181
			TC-175	35.88	116.00	182
			TC-174	35.87	116.00	183
			TC-33	35.90	116.00	184
			TC-32	35.87	116.00	185
			TC-173	35.91	116.00	186
			TC-31	35.94	96.00	187
48	AB	2 GRUAS DE 140 TON - 1 GRA DE 30 TON	TC-172	28.80	95.00	188
			TC-171	28.60	95.00	189
			TC-170	28.85	95.00	190
			TC-30	28.41	95.00	191
			TC-29	28.73	95.00	192
			TC-28	28.61	95.00	193
			TC-189	28.50	95.00	194
49	AB	2 GRUAS DE 140 TON - 1 GRA DE 30 TON	TC-168	26.74	95.00	195
			TC-167	26.27	89.00	196
			TC-166	26.81	90.00	197
			TC-27	26.24	87.00	198
			TC-26	28.85	87.00	199
			TC-25	25.45	89.00	200
			TC-165	25.06	88.00	201
50	AB	2 GRUAS DE 140 TON - 1 GRA DE 30 TON	TC-164	24.60	85.00	202
			TC-163	23.67	85.00	203
			TC-162	22.74	84.00	204
			TC-161	22.35	91.00	205
			TC-158	21.63	70.00	206
			TC-159	70.92	78.00	207
			TC-160	20.24	76.00	208
51	AB	2 GRUAS DE 140 TON - 1 GRA DE 30 TON	TC-22	19.57	74.00	209
			TC-23	30.30	72.00	210
			TC-232	30.56	70.00	211

CRUJIA	CUERPO	TANDEM MONTAJE COMPUESTO DE	Trabe	Longitud (M)	Peso (Ton)	Num comnc
			TC-233	30.83	100.00	213
52	AF	2 GRUAS DE 140 TON - 1 GRA DE 30 TON	TC-24	34.09	101.00	214
			TC-23	34.82	111.00	215
			TC-232	34.67	113.00	216
			TC-2333	35.20	114.00	217
			TC-24	35.55	115.00	218
53	F	2 GRUAS DE 140 TON	TC-224	37.44	120.00	219
			TC-25	37.95	122.00	220

CONCLUSIONES

- Para solucionar los problemas del transporte masivo y el tránsito vehicular en la ciudad de México y área Metropolitana, es necesario continuar con los proyectos del plan maestro del Metro, y además crear infraestructura a nivel de vialidad, como la expuesta en este trabajo, que facilite la transportación pública y sobre todo que proporcione a los habitantes de la Ciudad de México y área Metropolitana los medios necesarios para satisfacer sus desplazamientos de un lugar a otro, ya que el aumento del transporte y la vialidad sin planeación, solo agravan los problemas de transito, las pérdidas de tiempo, el desgaste excesivo de los vehículos y aumenta los problemas de contaminación.
- No hay que menospreciar las opiniones de los Ingenieros que se encuentran en contacto con la obra, ya que estos por su desarrollo profesional aportan soluciones que en un momento dado son útiles para ejecutar cualquier actividad.
- Para la prefabricación de los elementos constructivos, se respetaron las recomendaciones del proyectista y nos apegamos a las especificaciones y normas de construcción para que su servicio sea el más eficiente
- La prefabricación de elementos constructivos, es una forma de construir mucho mas racional que la de los sistemas tradicionales y conlleva una serie de ventajas que permiten construcciones más rápidas, con mayor calidad y más económicas
- El presente trabajo se realizo con el objeto principal de proporcionar una visión clara y concisa de los procesos constructivos de los diferentes elementos prefabricados de concreto presforzado, para la construcción de puentes como el Distribuidor Vial Zaragoza-Oceania.
- Debido a la situación económica y política que vive el gobierno del Distrito Federal, se tuvo la necesidad de hacer un recorte sustancial en el

- presupuesto para obra pública, afectando la ejecución de la obra civil, por el costo se tuvo que suspender temporalmente (Enero-1999), a la fecha no se ha reactivado esta actividad así como otras mas en el Distrito Federal
- Este proyecto concluido, será el único de su tipo y estilo en dos niveles y con vialidades de derivación en América latina.
 - A la fecha es el único proyecto diseñado por el proyectista con un 85% de elementos prefabricados tanto en su estructura como en su superestructura
 - En términos generales el presente proyecto cumple con los objetivos que se establecieron en un principio, los cuales se lograran en su totalidad a medida que los proyectos de su tipo y el metropolitano línea "B" estén concluidos
 - Otro objetivo del presente trabajo es proporcionar material didáctico práctico a futuros ingenieros civiles o personal involucrado con los procesos constructivos de elementos prefabricados para puentes, como los aquí descritos, además de crear conciencia para innovar y mejorar los procesos que se han venido implementando, ya que como sabemos el objetivo principal de cualquier proyecto de ingeniería, es proporcionar seguridad, funcionalidad y que esta sea económica.

Ing. Javier Sosa Hernández

REFERENCIAS

1. Especificaciones para el procedimiento constructivo del Distribuidor Vial Zaragoza – Océania
RIOBOO S.A. de C.V.
2. Especificación General para el procedimiento constructivo de la perforación previa, hincado de pilotes, excavación para cajones de cimentación (zapatas) y rellenos locales del puente vehicular Distribuidor Vial Zaragoza-Océania
RIOBOO S.A. de C.V.
3. Especificación General de pilotes
RIOBOO S.A. de C.V.
4. Especificación General del concreto
RIOBOO S.A. de C.V.
5. Especificación General del acero
RIOBOO S.A. de C.V.
6. Especificaciones para el proyecto y construcción de las líneas del Metro
Dirección General de Construcción de Obras del Sistema de Transporte Colectivo (D.G.C.O.S.T.C.) D.D.F. antes (COVITUR)
7. Normas Oficiales Mexicanas (N.O.M.) referidas en capítulo V
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI-D.G.N.)