



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

**Facultad de Ingeniería**  
CIUDAD UNIVERSITARIA

---



**CONSTRUCCIÓN**  
**DEL DISTRIBUIDOR VIAL**  
**PERIFÉRICO-MUYUGUARDA**

**TESIS PROFESIONAL, QUE PARA OBTENER  
EL TITULO DE:**

**INGENIERO CIVIL**

PRESENTA:

**Emmanuel Varela de la Madrid**

DIRECTOR DE TESIS:

**Ing. Carlos Manuel Chavarri Maldonado.**

**ABRIL, 2009.**

---



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

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN  
FING/DCG/SEAC/UTIT/103/08

Señor  
EMMANUEL VARELA DE LA MADRID  
Presente

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

**"CONSTRUCCIÓN DEL DISTRIBUIDOR VIAL PERIFÉRICO-MUYUGUARDA"**

- INTRODUCCIÓN
- I. PRELIMINARES
- II. EXCAVACIÓN
- III. CIMENTACIÓN
- IV. SUPERESTRUCTURA
- V. ZONA DE RODAMIENTO Y DETALLES FINALES
- VI. CONCLUSIONES

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

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

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria a 7 de Enero del 2009.  
EL DIRECTOR

MTRO. JOSÉ GONZALO GUERRERO ZEPEDA  
GGZ/RSU/gar.

---

## *Agradecimientos:*

A los Profesores de la  
**Universidad Nacional Autónoma de México**  
de la **Facultad de Ingeniería Civil**  
Campus Ciudad Universitaria

Les expreso mi gratitud por el tiempo y atención  
que tuvieron conmigo durante el transcurso de mis estudios  
de nivel superior.

Admiro su capacidad de enseñanza y reitero mi agradecimiento  
por la atención y dedicación, prestada hacia mi persona,  
esperando poder aplicar con éxito los conocimientos que me transmitieron.

Doy gracias a Dios por darme la oportunidad de vivir y de hoy estar aquí,

Ofrezco y dedico este y todos mis éxitos a:

**Víctor Manuel Varela Rivera y  
Estela de Lamadrid Fombona**

Todo lo que soy, se lo debo a mis padres,  
Atribuyo todos mis logros en esta vida, a las  
enseñanzas: moral, intelectual y física que recibí de ellos,  
que sin ellos nunca hubiera sido posible que este día llegara.

A parte de todo su amor,  
les agradezco que me hayan regalado la vida.  
Gracias por todo papa y mama por darme una carrera  
para mi triunfo y por creer en mi.

A ti papa, por tu incansable lucha de guiarme por el camino del bien  
A ti mama, porque con tu ayuda y constante cooperación has estado  
pendiente de mis luchas cotidianas.  
Por eso y por muchas cosas más los amo.

---



---

A mis hermanas  
**Estela y Alejandra**

Que son una parte muy importante en mi vida,  
quienes gracias a su optimismo y compromiso,  
me han ayudado para que el camino rumbo al éxito,  
sea mas placentero con su compañía.

También dedico y agradezco a:

**Beatriz Méndez M.**

Por el apoyo que me ha brindado desde que la conocí,  
por su amor, comprensión y por ser mi compañera incondicional  
por todos los momentos felices y difíciles que hemos vivido.  
Su cariño fue un importante motivo para concluir esta meta.

**Irinea Fombona Murillo y  
Cristina García Fombona**

(mi abuelita y mi tía)

Ya que son muy importantes en mi vida y  
me apoyaron de alguna forma para salir adelante.

**Al Ing. Víctor Manuel Flores Juárez**

Quien gracias a sus valiosos conocimientos,  
paciencia y su apoyo incondicional me ayudo  
asesorándome en todo momento.

Así mismo agradezco el esfuerzo y la dedicación  
que ha puesto para concluir esta tesis,  
cuyo apoyo ha sido fundamental.

**Al Ing. Carlos Manuel Chavarri Maldonado**

Por su atenta dirección y coordinación  
para la elaboración de mi tesis.

*Emmanuel Varela de la Madrid.*

---

## ÍNDICE.

		Pág.
Capítulo I.	INTRODUCCIÓN.	1
Capítulo II.	PRELIMINARES.	
II.1	Estudios y Anteproyectos	
	.1 Estudio de Gran Visión.	
	.2 Estudios de Factibilidad Técnica y Económica.	
	.3 Impacto Ambiental.	
	.4 Mecánica de Suelos.	
	.5 Aforos Vehiculares.	
	.6 Ante Proyecto Ejecutivo Integral.	
	.7 Construcción y Supervisión (Ingeniería de campo).	
	.8 Puesta en servicio, Operación y Mantenimiento.	
II.2	Datos Generales Proyecto.	
	.1 Datos Técnicos.	
	.2 Datos Físicos.	
	.3 Datos Financieros.	
	.4 Estructuración del Distribuidor Vial Periférico-Muyuguarda.	
	.5 Especificaciones de proyecto.	
II.3	Áreas Interdisciplinarias que se involucran en la construcción de la obra.	
	.1 Administración.	
	.2 Topografía.	
	.3 Obras Inducidas.	
	.4 Obra Civil.	
	.5 Ingeniería de Montaje.	
	.6 Aseguramiento y Control de Calidad.	
	.7 Seguridad e Higiene.	
	.8 Impacto Ambiental.	
II.4	Podas y Banqueo.	
II.5	Señalamiento Provisional y Seguridad Vial.	
II.6	Obras Inducidas.	
	.1 Desvío de tuberías de agua potable.	
	.2 Desvío de tuberías de drenaje sanitario y pluvial.	

	.3	Gas Natural.	
	.4	PEMEX.	
	.5	Desvió de líneas de Luz y Fuerza del centro.	
	.6	Sistema de Transporte Eléctrico.	
	.7	Telmex.	
	.8	Sistema de TV de pago.	
	.9	Transporte Público.	
<b>Capítulo III.</b>	<b>CIMENTACIÓN PROFUNDA.</b>		
<b>III.1</b>	<b>Ampliación de Bordo de Contención y Plataformas de Apoyo.</b>		
	.1	Confinamiento del área mediante costalera.	
	.2	Abatimiento del agua.	
	.3	Construcción de terracerías para acceso de maquinaria.	
	.4	Ubicación de accesos para maquinaria.	
<b>III.2</b>	<b>Cimentación Profunda y Superficial.</b>		
<b>III.3</b>	<b>Fabricación de Pilotes.</b>		
	.1	Habilitado de acero.	
	.2	Armado.	
	.3	Cimbrado.	
	.4	Colado.	
	.5	Curado a vapor.	
	.6	Descimbrado.	
	.7	Almacenaje de pilotes.	
<b>III.4</b>	<b>Transporte de Pilotes.</b>		
<b>III.5</b>	<b>Actividades Preliminares.</b>		
	.1	Preparación del pilote.	
	.2	Ejecución, trazo y cálculo de niveles.	
<b>III.6</b>	<b>Perforación Previa.</b>		
	.1	Ubicación de coordenadas de los pilotes en campo.	
	.2	Verificación de equipo y herramienta.	
	.3	Profundidad de la perforación.	
<b>III.7</b>	<b>Lanzado de Pilotes.</b>		
	.1	Revisión de pilotes por el área de control de calidad de la supervisión.	
	.2	Presentación del pilote (lanzado).	
<b>III.8</b>	<b>Hincado de Pilotes.</b>		

Capítulo IV.	EXCAVACION.		
IV.1	Excavación para Zapatas.		
	.1	Trazo y nivelación.	
IV.2	Contención Temporal con Muro Berlín (Tablestacado).		
	.1	Hincado de las vigas IPR de 8" verticales.	
	.2	Etapas de la excavación.	
	.3	Colocación de gualdras y tablonés.	
	.4	Colocación de IPR de 10" horizontales.	
	.5	Colocación de patas de gallo.	
	.6	Colocación de puntales.	
IV.3	Conexión Cimentación Profunda-Superficial.		
	.1	Colección de plantilla de tezontle.	
	.2	Colocación de plantilla de concreto.	
	.3	Descabece de pilotes.	
IV.4	Suministro, Habilitado de acero de refuerzo, Armado de Contratraves y Candeleros.		
	.1	Limpieza de la zapata.	
	.2	Suministro y calidad del acero de refuerzo.	
	.3	Habilitado (Bulbos y conectores).	
	.4	Armado de losa fondo.	
	.5	Armado de contratraves.	
	.6	Armado de candeleros.	
IV.5	Cimbrado de Contratraves y Candeleros.		
IV.6	Colado de Contratraves y Losa Tapa.		
	.1	Colado por etapas.	
	.1	Curado del concreto.	
	.1	Descimbrado.	
IV.7	Rellenos.		
IV.8	Estribos y Muros de Contención.		
	.1	Trazo y nivelación.	
	.2	Excavación.	
	.3	Plantilla de concreto.	
	.4	Descabece de pilotes.	
	.5	Habilitado de acero de refuerzo para: Zapata del muro estribo, Muro estribo y Muros de contención.	

	.6	Armado de: Zapata del muro estribo, Muro estribo y Muros de contención.	
	.7	Colocación de accesorios.	
	.8	Colocación de cimbra.	
	.9	Colado por etapas.	
	.10	Descimbrado.	
	.11	Curado del concreto.	
	.12	Relleno para formar el terraplén.	
	.13	Colocación de la Sub-Base.	
	.14	Colocación de la Base.	
Capítulo V.	SUPERESTRUCTURA.		
V.1	Tipos de elementos prefabricados empleados para la construcción del Distribuidor Vial Periférico-Muyuguarda.		
	.1	Columnas Circulares y Oblongas.	
	.2	Trabes Tipo 6 y 9 (TA, TCA y TC).	
	.3	Apoyos Fijos.	
	.4	Apoyos Móviles.	
V.2	Fabricación de elementos prefabricados.		
	.1	Fabricación de Columnas Circulares y Oblongas.	
	.2	Fabricación de Trabes Tipo 6 y 9 (TA, TCA y TC).	
V.3	Transporte y Verificación de columnas.		
	.1	Transporte del elemento prefabricado.	
	.2	Preliminares en obra.	
	.3	Verificación de la columna.	
	.4	Estabilización de terreno.	
	.5	Confinamiento del área de montaje.	
V.4	Montaje de columnas.		
	.1	Posicionamiento de grúas.	
	.2	Izaje de la columna.	
V.5	Conexión de Zapata-Columna.		
	.1	Colado de Grout.	
	.2	Desdoblado de varillas del candelero.	
	.3	Armado del hombro de conexión del candelero.	
	.4	Colocación de pasadores.	
	.5	Cimbrado de la conexión.	

	.6	Colado de la conexión.	
	.7	Descimbrado.	
	.8	Curado del concreto.	
	.9	Relleno de la zapata.	
V.6	Transporte y Montaje de Trabes tipo 6 y 9 (TA, TC y TCA).		
	.1	Transporte del elemento prefabricado.	
	.2	Preliminares en obra.	
	.3	Estabilización del terreno.	
	.4	Confinamiento del área de montaje.	
	.5	Posicionamiento del modular.	
	.6	Posicionamiento de grúas.	
	.7	Revisión y colocación de accesorios móviles y fijos.	
	.8	Montaje de la trabe.	
	.9	Liberación de montaje Topográficamente.	
V.7	Conexión de Trabe-Columna.		
	.1	Postensado Trabe-Columna.	
V.8	Conexión de Trabe-Trabe (Cabezal).		
	.1	Postensado Trabe-Trabe.	
Capítulo VI.	ZONA DE RODAMIENTO Y DETALLES FINALES.		
VI.1	Firme de Compresión.		
	.1	Actividades previas.	
	.2	Habilitado de acero para el firme de compresión.	
	.3	Armado de acero de refuerzo del firme de compresión.	
	.4	Colocación de tubería para alumbrado bajo puente.	
	.5	Colocación de cimbra.	
	.6	Colado del firme de compresión.	
	.7	Descimbrado y Curado.	
VI.2	Parapeto de Concreto.		
	.1	Actividades previas.	
	.2	Habilitado de acero para parapeto de concreto.	
	.3	Armado de acero de refuerzo.	
	.4	Habilitado y colocación de placa base.	
	.5	Colocación de aligeramiento.	
	.6	Colocación de tubería eléctrica para alumbrado sobre-puente.	
	.7	Colocación de cimbra y obra falsa.	

	.8	Colado del parapeto de concreto.	
	.9	Descimbrado y Curado.	
VI.3	Parapeto Metálico.		
	.1	Habilitado del parapeto metálico.	
	.2	Colocación del parapeto metálico.	
	.3	Colocación del primario anticorrosivo y pintura de esmalte.	
VI.4	Alumbrado sobre-puente, bajo-puente y nivel superficial.		
	.1	Actividades previas.	
	.2	Sistema de tierras.	
	.3	Montaje de accesorios.	
	.4	Cableado de registros y tuberías.	
	.5	Cableado y montaje de postes.	
	.6	Conexión a circuitos.	
VI.5	Carpeta Asfáltica.		
	.1	Actividades previas.	
	.2	Colocación de carpeta asfáltica en terraplén.	
	.3	Conexión con pavimento existente.	
	.4	Colocación de carpeta asfáltica en puente vehicular y en Aireplen.	
	.5	Actividades complementarias.	
VI.6	Señalización Horizontal y Vertical.		
	.1	Actividades previas.	
	.2	Señalamiento vertical tipo 1.	
	.3	Señalamiento vertical tipo 2 ó Bandera.	
	.4	Señalización horizontal (sobre pavimento).	
	.5	Violetas.	
VI.7	Detalles Finales, (Guarniciones, Banquetas, Jardinería).		
	.1	Guarniciones y Banquetas.	
	.2	Jardinería.	
	CONCLUSIONES.		
	BIBLIOGRAFÍA.		
	ANEXOS.		
	PLANOS.		



# CAPITULO I.

Introducción.

## I. INTRODUCCIÓN.

Para la vida de toda ciudad es de importancia fundamental la infraestructura a partir de la cual se proporcionan los servicios necesarios a la población. En la ciudad de México, una de las mayores concentraciones humanas del mundo, tiene particular relevancia la planeación y la ejecución de la Obra Pública.

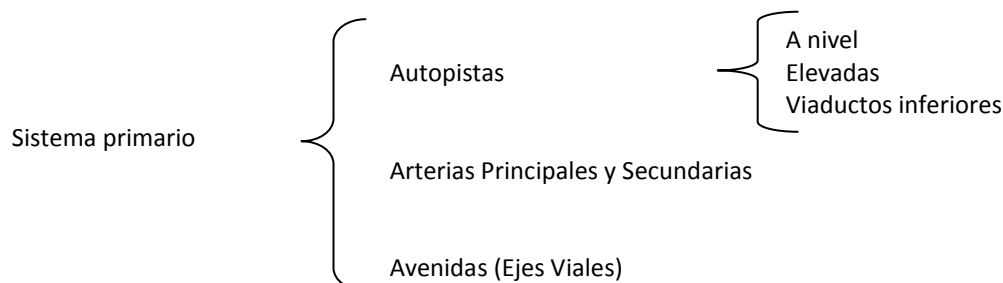
El gobierno del Distrito Federal orienta sus esfuerzos en la construcción de nueva infraestructura, el mantenimiento de la existente y la operación eficaz de los sistemas que sustentan la vialidad de la ciudad. Con la experiencia y a través del tiempo se ha llegado a la conclusión que es necesario construir y mejorar las vías de comunicación de la Ciudad de México, además se requiere contar con una jerarquización del sistema vial urbano existente, para determinar las políticas, programas e inversión que requiera cada una de las etapas del sistema primario y secundario.

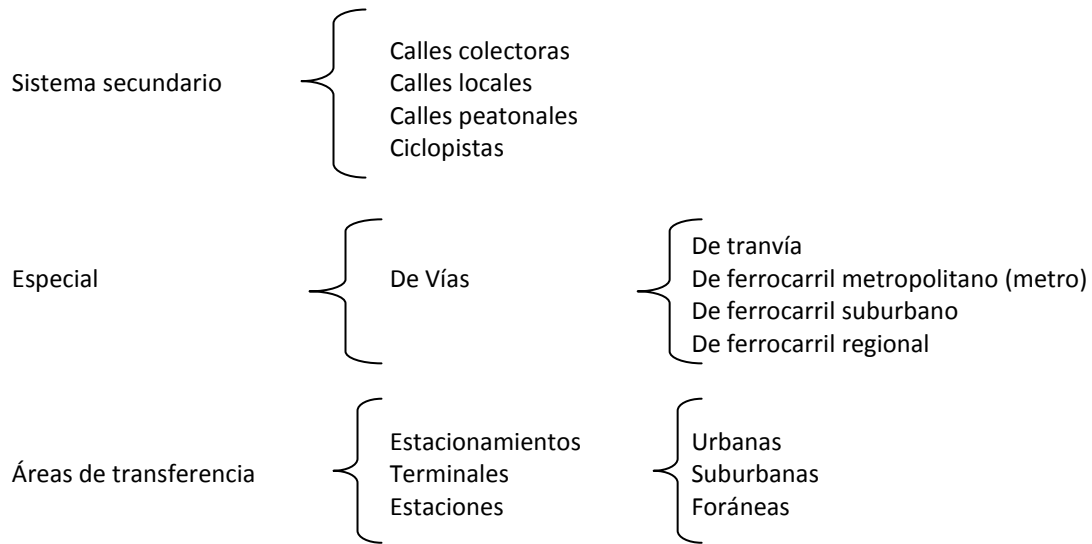
El sistema primario define la estructura general de la ciudad y el sistema secundario define la estructura particular de cada zona. El sistema primario forma una estructura celular, que aloja en su interior y conecta entre sí al conjunto de núcleos que forman la ciudad. Las vías que componen esta red están destinadas a desplazamientos de más longitud y de mayor volumen vehicular, de la manera más expedita que sea posible, uniendo distintos sectores de la ciudad y asegurando la conexión entre la ciudad y la red Nacional de carreteras.

El sistema primario está integrado por autopistas, avenidas, arterias principales (Ejes viales), periféricos y circuitos.

- Las autopistas son vías rápidas de acceso controlado, en las cuales las intersecciones o cruces con otro tipo de vías son las entradas y salidas las cuales están proyectadas de tal forma que proporcionan una diferencia mínima entre la velocidad de los vehículos de los carriles principales y la velocidad de los que convergen a la autopista por ejemplo la autopista México-Cuernavaca o la México-Toluca.
- Las Avenidas son vías importantes de comunicación dentro de una población con mayor número de carriles que una calle y generalmente con vegetación en sus aceras. Son vías que por sus características de sección transversal y diseño están destinadas a soportar un tráfico vehicular intenso, de media y larga distancia por ejemplo Tlalpan, Insurgentes y Paseo de la Reforma.
- Las arterias principales son vías primarias parcialmente controladas, es decir pueden contar con intersecciones a nivel y a desnivel que comunican zonas importantes de la ciudad por ejemplo los Ejes Viales como el Eje 3 Oriente.
- Las arterias secundarias son vías controladas que en sus intersecciones conectan zonas importantes en la ciudad por medio de semáforos.

Clasificación del sistema Vial urbano:



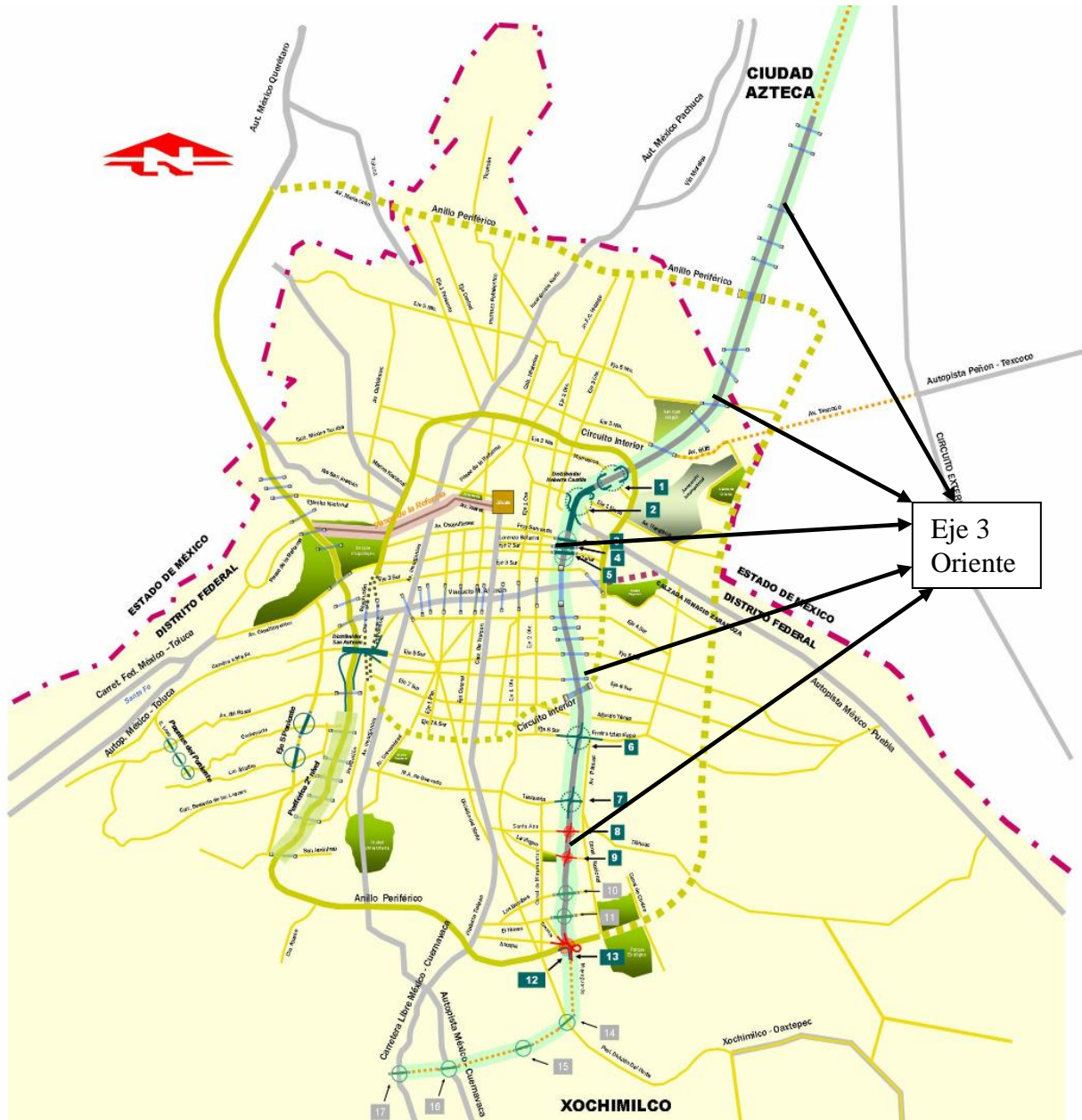


Por lo anterior se ha determinado realizar obras y acciones que beneficien a sectores amplios de población y uno de ellos es la construcción del Distribuidor Vial Periférico–Muyuguarda que forma parte del Eje Troncal Metropolitano de integración norte-sur, que es uno de los proyectos de mayor importancia para el mejoramiento de la circulación vehicular y la imagen urbana en la Ciudad de México y su Área Metropolitana.

Este corredor vial, con origen en Ciudad Azteca, Municipio de Ecatepec, en el Estado de México y con destino en la carretera Federal México-Cuernavaca, en la zona sur de la Ciudad de México, tendrá una longitud de 44 kilómetros de vialidad continua y acceso controlado. Actualmente hasta el Anillo Periférico Sur cuenta con una longitud de 35 kilómetros. A su conclusión, constituirá una vía alterna a la Calzada de Tlalpan, División del Norte, Canal de Miramontes y a la Avenida Insurgentes, y una tercera entrada y salida a la Delegación Xochimilco.

Esta vía recibe gran parte del tránsito del Oriente y Sur de la Ciudad, beneficiando en promedio a 900,000 habitantes por día, esta vía será la de mayor longitud.

Con la construcción de esta nueva infraestructura se renueva y amplía el catálogo de vialidades primarias cuya función primordial es permitir los traslados de personal que atraviesan de norte a sur el Distrito Federal, y no se tenga la necesidad de pasar por el Centro Histórico.



Para la realización de este corredor Vial se esta llevando a cabo la construcción de varios puentes vehiculares y Distribuidores Viales con la finalidad de que el Eje Troncal Metropolitano no tenga interferencias como son; cruces vehiculares y semáforos.

En la Administración pasada, el Gobierno del Distrito Federal concluyo y puso en operación 4 Distribuidores Viales (Taxqueña, Ing. Heberto Castillo Martínez, Fray Servando Teresa de Mier y Ermita Iztapalapa.). Así como 4 puentes vehiculares (Lorenzo Boturini, Av. Del Taller y 2 pasos inferiores sobre Av. Oceanía). Durante esta administración el Gobierno del Distrito Federal ha concluido 2 puentes vehiculares (Av. Santa Ana y La Virgen), se encuentra en proceso el Distribuidor Vial Periférico-Muyuguarda y se tiene en proyecto el puente vehicular de Calzada de las Bombas, Calzada del Hueso y Prolongación División del Norte con lo que se concluirá esta vialidad.

Debido a los conflictos viales, principalmente en periférico por la acumulación vehicular, debido a la demanda de comunicación entre la Delegación Tlalpan, Xochimilco y en general el D.F. Periférico se interpone a la comunicación entre estas dos delegaciones por medio de las avenidas: Plan de Muyuguarda (Xochimilco), Acoxa (Tlalpan) y Eje 3 Oriente; Cafetales (Tlalpan). Mediante estudios de aforo vehicular en dichas avenidas se determinó que su capacidad está sobre elevada a la que fue diseñada.

Por lo que se propuso un Distribuidor Vial el cual podrá hacer posible la comunicación de estas dos delegaciones en menor tiempo, disminuyendo la contaminación y el consumo de combustibles; agilizando la circulación vial y evitando los congestionamientos viales.

El Distribuidor Vial Periférico-Muyuguarda, se encuentra ubicado sobre Eje 3 Oriente (Av. Cafetales), Calzada de Acoxa y Av. Plan de Muyuguarda, en los límites de las Delegaciones Tlalpan y Xochimilco, aledaño a la Ciénega Chica, y cruzara el río San Buenaventura mismo que permitirá el cruce sobre el Anillo Periférico y los movimientos direccionales que son demandados en la zona.

El Distribuidor Vial nos permite la circulación de manera ininterrumpida de vehículos cruzando sobre otras vialidades de conflicto considerable, solo que en este tenemos la ventaja de tener varias alternativas de dirección o circulación con el fin de desembocar en varias calles o Vialidades.

Los beneficios principales que ofrece un Distribuidor Vial, son:

- Agilizar el tránsito vehicular en la zona.
- Reducir los tiempos de traslados.
- Aumentar velocidad de operación.
- Se tuvo el mínimo de afectación a áreas de reserva ecológica (Ciénega Chica).
- Se construye en el derecho de vía actual de circulación.
- Se reducen los niveles de contaminación por hidrocarburos y consumo de combustibles.

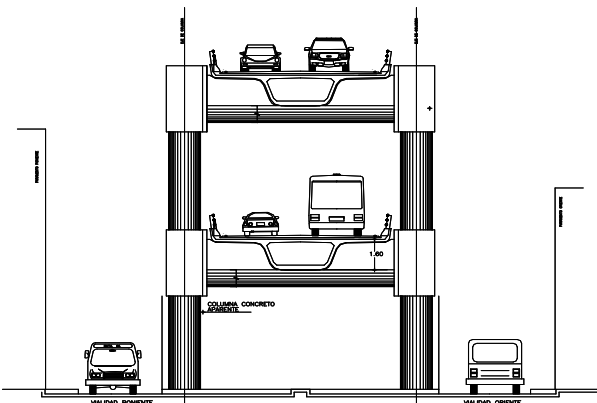
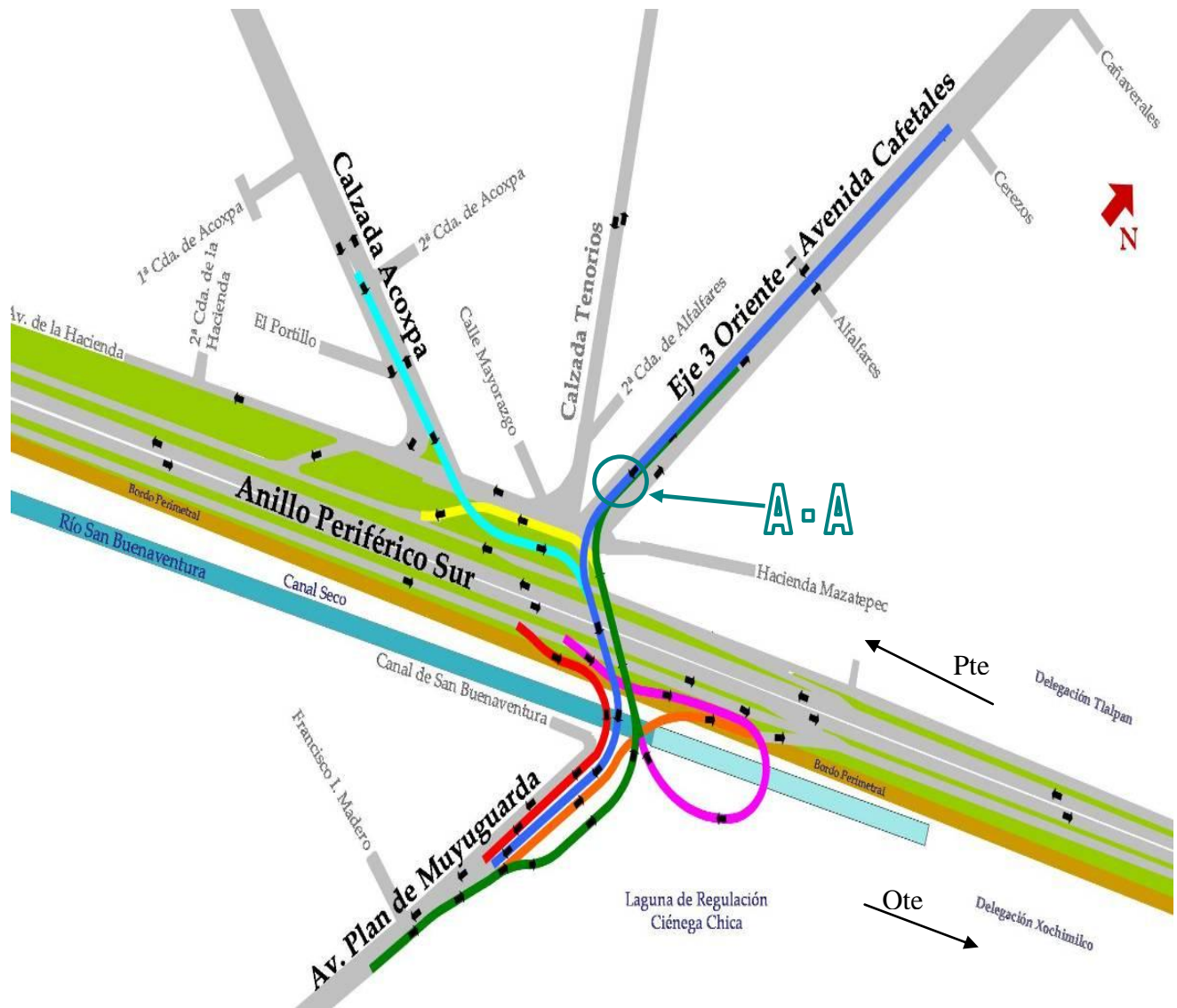
De acuerdo con el proyecto, el Distribuidor Vial de Muyuguarda plantea la construcción de un cuerpo principal de puente vehicular, por lo que la solución geométrica de este Distribuidor Vial consiste en elevar en dos niveles el Eje Vial 3 Oriente (Avenida Cafetales) en la delegación Tlalpan ([Solución Geométrica del Distribuidor, corte A-A](#)) para conectar con la avenida Plan de Muyuguarda en la Delegación Xochimilco, dando así continuidad al Eje Troncal Metropolitano. Se cuenta también con una gaza de incorporación norte-sur sobre calzada Acoxa desembocando en Av. plan de Muyuguarda, así como una gaza que permitirá a quienes circulen sobre periférico con dirección al oriente de la ciudad, incorporarse al eje 3 oriente hacia el norte o bien a periférico en dirección al poniente. El Distribuidor Vial que en su funcionamiento incorpora al puente Vehicular Muyuguarda construido en el año 2004, permitirá los movimientos direccionales de mayor demanda en la zona.

Al efectuar obras de construcción de puentes vehiculares, siempre se debe prever la construcción de puentes peatonales, ya que estos son las estructuras elevadas que permiten a los peatones el cruzar de una ó más vías de transito intenso en condiciones de seguridad.

A continuación se muestran los flujos vehiculares del Distribuidor Vial Periférico-Muyuguarda, así como el cuerpo principal, y las gazas de incorporación y desincorporación (entradas y salidas).

---

SOLUCION GEOMETRICA DEL DISTRIBUIDOR VIAL PERIFERICO MUYUGUARDA



CORTE A-A

ENTRADAS		SALIDAS	
	Avenida Cafetales		Avenida Plan de Muyuguarda
	Avenida Plan de Muyuguarda		Avenida Cafetales
	Avenida Acoxpa		Anillo Periférico Periférico Ote/Pte
	Anillo Periférico Periférico Pte/Ote		Anillo Periférico Periférico Pte/Ote
	Anillo Periférico Periférico Pte/Ote		Avenida Plan de Muyuguarda
	Anillo Periférico Periférico Pte/Ote		Avenida Cafetales
	Anillo Periférico Periférico Pte/Ote		Anillo Periférico Periférico Ote/Pte
	Anillo Periférico Periférico Pte/Ote		Anillo Periférico Periférico Pte/Ote



UBICACIÓN DE LA ZONA DE LOS TRABAJOS





MAQUETA DEL DISTRIBUIDOR VIAL PERIFERICO MUYUGUARDA



# CAPITULO II.

Preliminares.

---

## II.1 ESTUDIOS Y ANTEPROYECTOS.

Para realizar cualquier tipo de obra, sea pública o privada es necesario realizar diferentes tipos de estudios y anteproyectos, esto con el fin de garantizar que la obra que se construya sea funcional y satisfaga las necesidades para las que sea construida, cuidando que esta se ejecute de acuerdo al programa de obra y con la mayor calidad requerida.

Por lo anterior se describen a continuación los diferentes estudios y/o anteproyectos que se realizaron para la construcción del Distribuidor Vial, Periférico-Muyuguarda.

### 1. Estudio de Gran Visión.

- En este estudio, se detecta principalmente el problema que se va a solucionar y por el cual se deben de hacer la mayoría de estudios y anteproyectos, para este caso el problema es la circulación vehicular.

### 2. Estudios de Factibilidad Técnica y Económica.

- Se realizarán los estudios de la Factibilidad Técnica (costo-beneficio), inicialmente en función de verificar si el proyecto que se desea ejecutar satisficará las necesidades de la sociedad y en segundo aspecto en función de los recursos materiales-humanos-maquinaria y equipo que se disponga, se refiere al anteproyecto del cual se desglosarán las actividades y cantidades que se ejecutaran para la realización de la obra.
- En función de lo anterior se tendrá un presupuesto del costo de los trabajos, el cual deberá ser analizado y se realizará el análisis para saber si es factible económicamente ejecutar la obra y por último verificar la factibilidad financiera de las dependencias y/o empresas que participaran en la construcción de la nueva infraestructura.

### 3. Impacto Ambiental

- Este estudio se realiza para conocer los principales efectos ambientales del proyecto, se identificaran los impactos negativos y positivos del mismo, los cuales se distribuyen de la siguiente manera: preparación del terreno, etapa de construcción, etapa de operación y mantenimiento y etapa de abandono.
- Se evaluarán los impactos relacionados con la atmósfera, el suelo, vegetación terrestre, fauna, agua, paisaje, población, entre otros.
- Se emitirán las principales medidas de prevención, mitigación, minimización, restauración y compensación de los impactos negativos que se puedan generar, así como las acciones de mejoramiento ambiental.

### 4. Mecánica de Suelos

- En este estudio, se realizó primero la exploración correspondiente, con el objetivo principal de conocer las condiciones estratigráficas que se presentan en las zonas en donde quedarán ubicadas las cimentaciones y después con los datos de laboratorio obtenidos de cada una de las muestras obtenidas, se procedió a interpretarlas y elaborar el informe adecuado, en donde se describen los trabajos de exploración geotécnica, laboratorio, criterios de diseño geotécnico y al final las conclusiones y recomendaciones que regirán para el proyecto ejecutivo.
- El programa de exploración consistió en la ejecución de sondeos exploratorios en los sitios, que por sus características son representativos del escenario geotécnico en donde se proyecta el puente, mientras en una segunda etapa, se realizaron dos sondeos selectivos, en el sitio en que la estratigrafía definida en la primera etapa mostró que los estratos arcillosos tenían consistencia blanda y baja resistencia al esfuerzo cortante y por lo tanto, interesaba conocer su comportamiento mecánico de los estratos de la formación arcillosa superior como en los de la formación inferior.

### 5. Aforos Vehiculares

- Es necesario realizar este estudio para conocer cual es la vialidad más congestionada en la zona en que se desarrollara el proyecto, para esto se efectuaron aforos vehiculares en la zona de Av. Acoxa, Periférico en ambos sentidos, Av. Muyuguarda, Av. Tenorios y Av. Cafetales.
-

- La vialidad más congestionada en este caso es el periférico sur la cual cuenta con dos carriles por sentido de circulación, con entrada y salida desde y hacia la vialidad lateral poniente-oriente del anillo Periférico, registrando actualmente una afluencia de más de 57,600 vehículos por día.
- Los aforos fueron realizados en los horarios de máxima demanda entre las 7:30 y 8:30 am.

#### 6. Ante Proyecto Ejecutivo Integral

- Este anteproyecto consiste en proyectar y plasmar en planos y especificaciones, las características arquitectónicas, geométricas, estructurales, hidráulicas, sanitarias, recomendaciones de mecánica de suelos, etc., para la construcción del Distribuidor vial, de acuerdo a los estudios preliminares mencionados anteriormente, cumpliendo con los parámetros establecidos en la normatividad vigente.
- En función del anteproyecto se realizarán las correcciones pertinentes de acuerdo a la revisión por parte de la supervisión externa y la dependencia, para emitir finalmente el Proyecto Ejecutivo Integral definitivo.

#### 7. Construcción y Supervisión (ingeniería de campo)

- Cumpliendo las diferentes factibilidades, se dará el inicio a la construcción del proyecto, para esto será necesario que la empresa constructora, en función de los procedimientos emitidos por la proyectista y sus recursos materiales, mano de obra, maquinaria y equipo cumpla con el programa de obra contratado, siendo la supervisión externa la encargada de vigilar el cumplimiento del proyecto ejecutivo integral y la normatividad vigente.

#### 8. Puesta en Servicio, Operación y Mantenimiento.

- Se debe prever de un programa de operación y mantenimiento, desde el momento en que se inicie el servicio del distribuidor vehicular, hasta la conclusión de su vida útil, haciendo énfasis de que es importante darle mantenimiento durante su operación, para aumentar la misma.

## II.2 DATOS GENERALES DE PROYECTO.

### 1. Datos Técnicos.

- Vialidad en 2 niveles (Zona de Cafetales)
- 1 Cuerpo principal (norte-sur)
- 5 gazas de incorporación/desincorporación
- Longitud en el cuerpo principal: 1,410 m
- Longitud en gazas : 1,487 m
- Longitud total: 2,897 m
- Superficie total : 19,189 m<sup>2</sup>
- Gálibo vertical: 5.50 m
- Capacidad de circulación: 2,400 veh/hr/sentido
- Población beneficiada: 1,152,000 hab/mes
- Empleos generados 1,650 (directos e indirectos)
- El 80% del trazo es recto y un 20% curvo, aproximadamente.
- La altura máxima es de 30 m, (de terreno natural a rasante del puente), existiendo marcos de doble altura.
- El tramo sobre periférico varía de 2 a 30 m, y el tramo que esta sobre Av. Muyuguarda, tiene una altura que varía de 3 hasta 25m.

### 2. Datos Físicos.

- Cimentación Profunda: 3064 pilotes (12.50 y 14.50m)
- Cimentación Superficial: 38 zapatas + 7 estribos (45)

---

• Superestructura:	89 columnas (sección circular y oblonga) 87 trabes (tipos: TA, TCA, TC)
• Volumen de Excavación	25,118.68 m <sup>3</sup>
• Cantidad acero de refuerzo	3,543.68 ton resistencia (fy=4200kg/cm2)
• Cantidad de cimbra común y muerta	23,258.35 m <sup>2</sup>
• Cantidad de concreto diferentes	16,009.53 m <sup>3</sup> resistencias (f'c=250, 300 y 450 kg/cm2)
• Parapeto de Concreto y Metálico	2,897 ml
• Guarniciones	3,800 ml
• Banquetas	5,000 m <sup>2</sup>
• Asfalto	44,590 m <sup>2</sup>

### 3. Datos Financieros.

• Inversión Puente Muyuguarda 2da. etapa	500 millones de pesos
• Inversión Interferencias Cafetales	3 millones de pesos
• Inversión Puentes peatonales	4 millones de pesos
• Inversión Muyuguarda 3ra. Etapa	100 millones de pesos

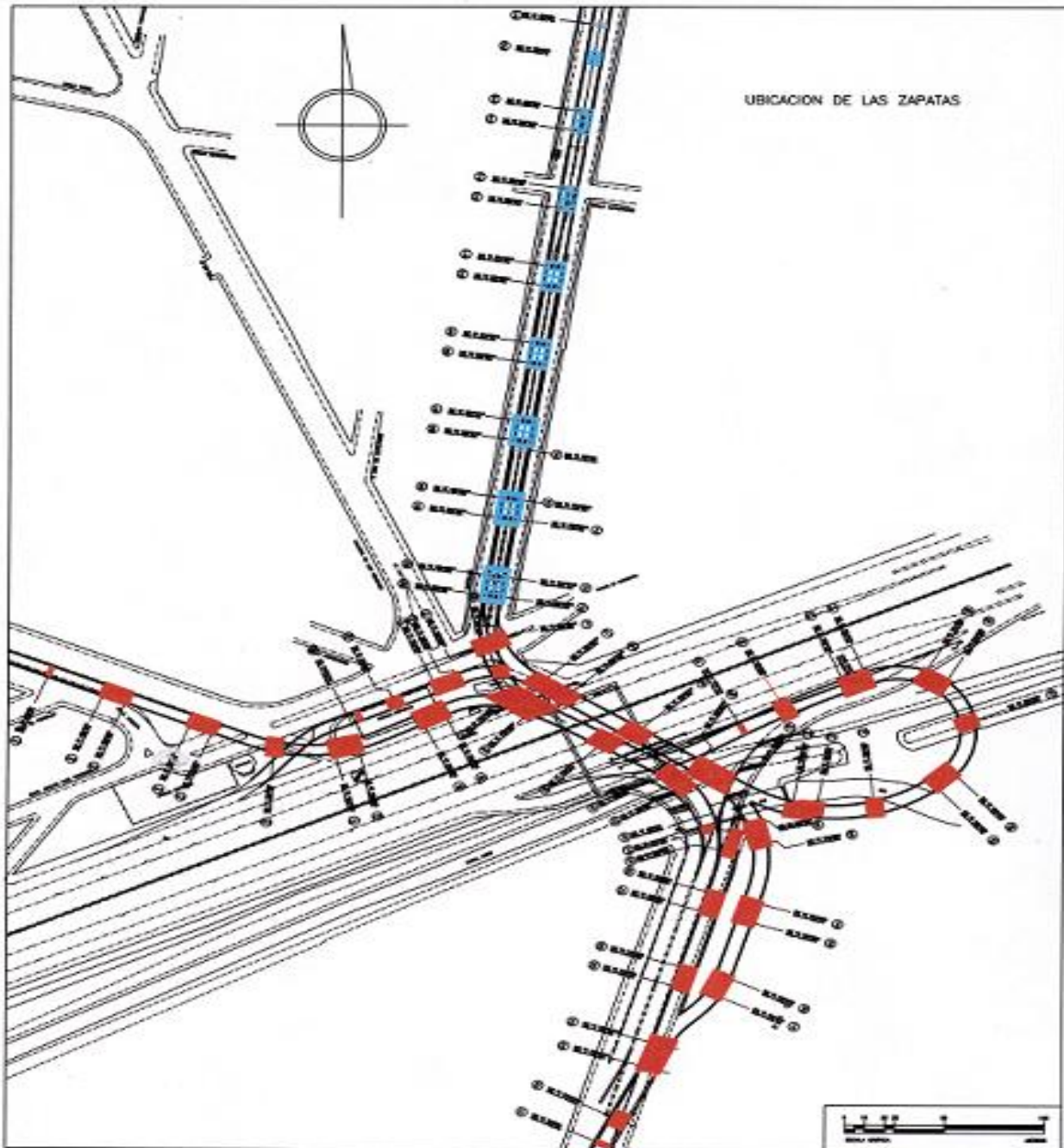
### 4. Estructuración del Distribuidor Vial Periférico-Muyuguarda.

La cimentación profunda constituida por 3,064 pilotes de punta de sección transversal cuadrada de 0.40 x 0.40m, que soportan a una cimentación superficial constituida por 38 zapatas tipo cajón y 7 estribos ([Figura A](#)); la estructura del Distribuidor esta conformada por 89 columnas prefabricadas (oblongas y circulares) ([Figura B](#)) y 87 trabes (centrales y de apoyo) también prefabricadas ([Figura C](#)), que darán una superficie total de rodamiento de 19,189m<sup>2</sup>.

- Zapatas formadas con contratraves que soportan una, dos ó cuatro columnas.
  - Pilotes de sección cuadrada de 40X40 cm.
  - Columnas circulares de 1.80 m.
  - Columnas Oblongas de 1.80 m X 2.40 m.
  - Columnas Oblongas de 1.80 m X 3.20 m.
  - Trabes TA apoyadas sobre dos columnas.
  - Trabes TC apoyadas en cada extremo de la trabe TA ó TCA.
  - Trabes TCA apoyadas sobre una columna y una trabe TA.
  - Cabezales que funcionan como diafragma entre dos trabes TA6.
-



FIGURA "A"

**UBICACIÓN DE LAS 38 ZAPATAS TIPO CAJON  
Y DE LOS 7 ESTRIBOS**

PRIMERA Y SEGUNDA ETAPA  
TERCERA ETAPA (CAFETALES)



FIGURA "B"

UBICACIÓN DE LAS 89 COLUMNAS PREFABRICADAS  
(OBLONGAS Y CIRCULARES)

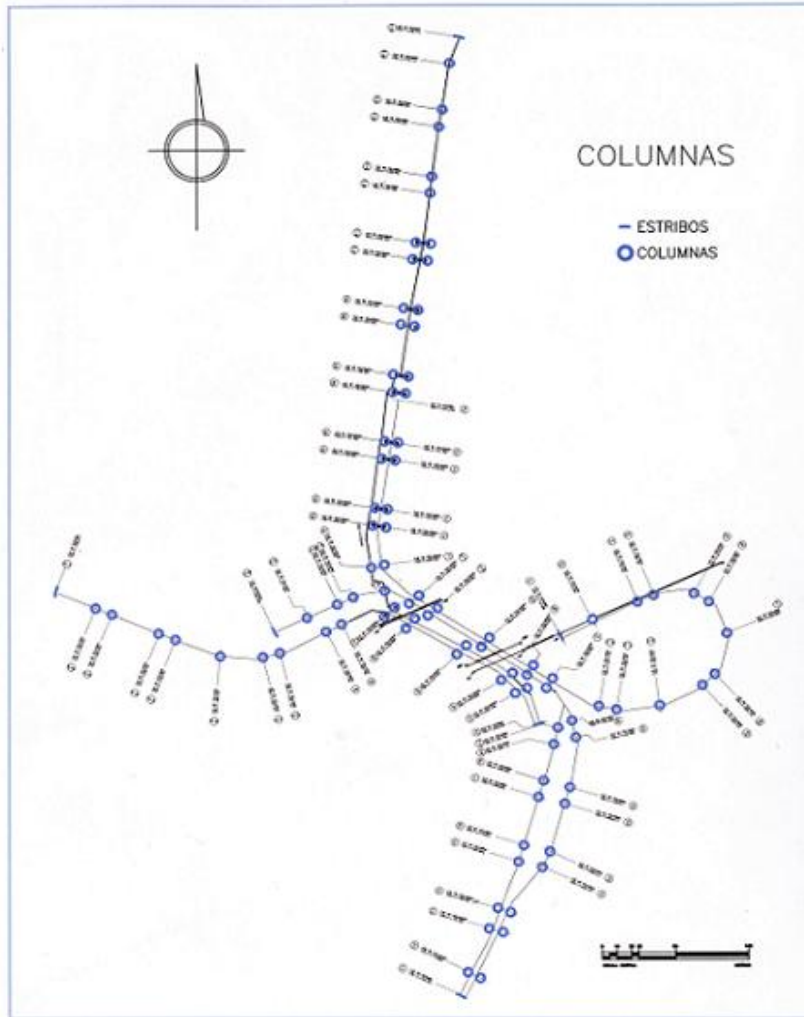
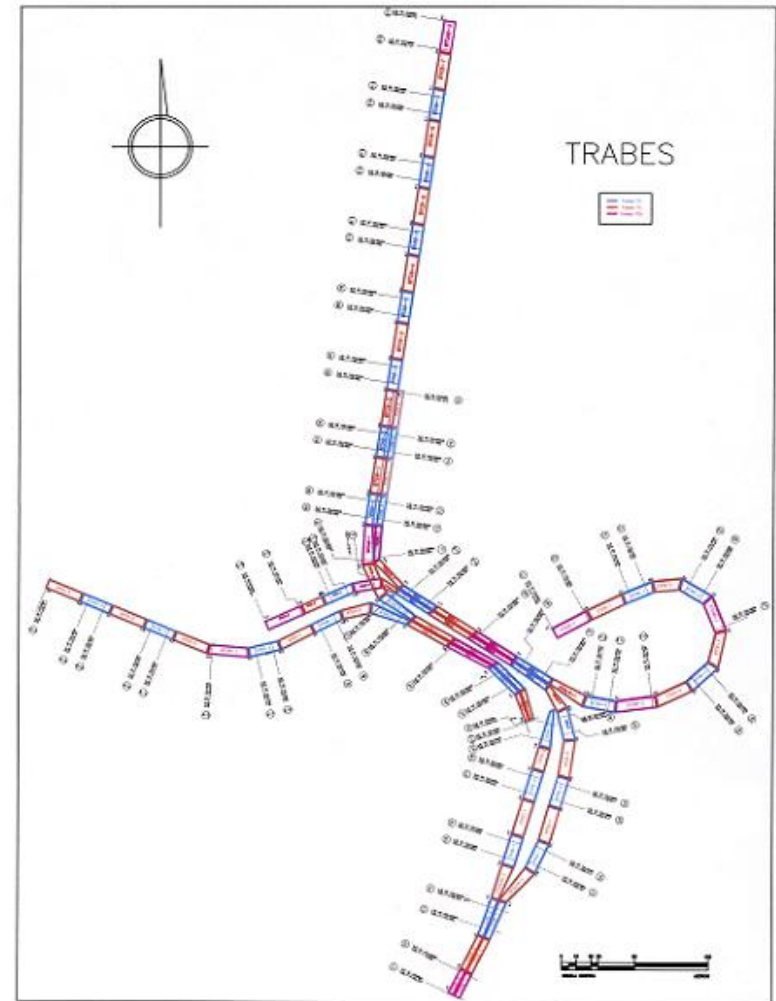


FIGURA "C"

UBICACIÓN DE LAS 87 TRABES PREFABRICADAS  
(CENTRALES Y DE APOYO)





## 5. Especificaciones de Proyecto.

- **Resistencia del Concreto a la compresión.**

Elemento	$f'c$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	E [kg/cm <sup>2</sup> ]
Pilotes	250.00	221,359
Zapatas	300.00	242,487
Columnas	400.00	280,000
Cabezales	450.00	296,985
Firmes	300.00	242,487
Trabes	450.00	296,985
Estribos	300.00	242,487

$f'c$  = Resistencia del concreto a compresión, (kg/cm<sup>2</sup>).

E = Modulo de elasticidad del concreto, (kg/cm<sup>2</sup>).

- **Resistencia del Acero de Refuerzo a la Tensión.**

$$f_y = 4200.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{sy} = 2000000 \text{ kg/cm}^2$$

$f_y$  = esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuerzo, (kg/cm<sup>2</sup>).

$E_{sy}$  = Modulo de elasticidad del acero de refuerzo, (kg/cm<sup>2</sup>).

- **Resistencia del Acero Estructural a la Tensión.**

$$f_y = 2530.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_{sy} = 2000000 \text{ kg/cm}^2$$

$f_y$  = esfuerzo especificado de fluencia del acero estructural, (kg/cm<sup>2</sup>).

$E_{sy}$  = Modulo de elasticidad del acero de refuerzo, (kg/cm<sup>2</sup>).

- **Resistencia del Acero de Preesfuerzo a la Tensión.**

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

$f_{pu}$  = esfuerzo en el acero de presfuerzo a su máxima resistencia, (kg/cm<sup>2</sup>).

- **Mecánica de Suelos.**

- Clasificación de la construcción, por el tipo de construcción (según RCDF), Grupo A.
- Tipo de suelo de ubicación, según el mapa de regionalización sísmica del RCDF, la estructura se encuentra en un suelo Tipo IIIb.

- **Reglamentos Aplicados.**

- Especificaciones Generales de la Construcción S.C.T.
- Normas Técnicas para Estructuras y Cimentaciones de Concreto en Ferrocarriles de la S.C.T.
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus respectivas N.T.C.

---

### II.3 ÁREAS INTERDISCIPLINARIAS QUE SE INVOLUCRAN EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA.

Para poder realizar la construcción del Distribuidor Vial se tienen que mezclar los conocimientos de varias áreas de ingeniería, ciencias sociales y biológicas; esto con el fin de desarrollar los procedimientos constructivos más adecuados garantizando el cuidado del Medio Ambiente.

A continuación se mencionan algunas de estas áreas y la actividad que realizan antes, durante y al finalizar el proceso de obra:

#### 1. Administración.

- Se encarga de la revisión de contratos, catalogo de conceptos, unidad de pago, cantidades, alcances, etc.
- Controla de diferentes tipos de programas (obra, físico financiero, recursos materiales y humanos, entre otros).
- Realiza el Control Presupuestal, (elaboración, revisión, autorización, trámite y seguimiento de estimaciones).
- Realiza los precios extraordinarios que se generan en el trascurso de la obra, (elaboración, revisión, autorización, trámite y seguimiento de Precios Unitarios Extraordinarios).
- Efectúa el finiquito de la obra.

#### 2. Topografía.

- Cuando hablamos de Topografía, nos encontramos ante una disciplina de vital importancia en todos los procesos relacionados con la ingeniería en general. Dado que es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra por medio de medidas según los tres elementos del espacio. Estos elementos pueden ser dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación.
- Al conjunto de operaciones necesarias para determinar la posición de puntos y posteriormente su representación en un plano se le llama "Levantamiento Topográfico".
- El trazo y la nivelación topográfica, son trabajos necesarios para ubicar la posición, así como las dimensiones del proyecto, en el terreno donde se realizara.
- Estos trabajos comprenden la localización exacta del Distribuidor Vial Cafetales-Periférico-Acoxpa-Muyuguarda, de los ejes principales, secundarios y auxiliares. También comprendió la localización de las cotas y todas las referencias necesarias para el desarrollo de la obra, ubicación de los espacios abiertos, líneas de conducción de agua, drenaje y de energía
- Es indispensable la topografía, ya que, será necesario disponer de un modelo, a escala reducida, del terreno sobre el que vamos a diseñar plasmando nuestras ideas, es decir, a construir, y al mismo tiempo ejecutarlas en campo.
- La topografía se encarga de efectuar todo lo relacionado con la planimetría y altimetría.
- En lo que respecta a la planimetría se refiere a trazo de coordenadas de interferencias, ejes del puente, zapatas, y con referencia a la altimetría, se refiere a todo tipo de niveles (desplante, topes de colado, etc.), así como a la alineación (cimbra, acero, etc.) y plomeo (columnas, trabes, etc.)de los diferentes elementos que se construirán.
- Se encarga del control de volúmenes (terracerías, firmes de compresión, fresado, carpeta asfáltica, etc.), realizando sus correspondientes secciones topográficas.

#### 3. Obras Inducidas.

- Se encarga de la detección y tratamiento de interferencias de infraestructura existentes en la zona de influencia de la obra.
  - Dará el tramite y seguimiento ante paraestatales, dependencias y/o empresas para el desvío, colganteo o sustitución de infraestructura.
  - Ejecutará los procedimientos constructivos autorizados por las paraestatales y conciliados con las dependencias y/o empresas.
  - Elaborará, Revisará y Autorizará los Generadores de Obra ejecutada.
-

---

#### 4. Obra Civil.

- Se encargara de la ejecución de los procedimientos constructivos del Proyecto Ejecutivo Integral emitido por la proyectista.
- Realizará el análisis del proyecto y se encargara de la toma de decisiones para la ejecución en campo del proyecto ejecutivo integral.
- Administrará el suministro de los recursos materiales, humanos, la maquinaria y equipo en obra.
- Elaborará, Revisará y Autorizará los Generadores de Obra ejecutada.
- Cuidará el Medio Ambiente, la infraestructura existente y la sociedad en general, teniendo la obra limpia.

#### 5. Ingeniería de Montaje.

- Elaborara, Revisará y Autorizará la logística para el traslado de los elementos prefabricados, cuidando la infraestructura existente y a la sociedad en general, poniéndose en coordinación con la Secretaría de Seguridad Pública del D.F y del Estado de México.
- Elaborara, Revisará y Autorizará las Ingenierías de Montaje correspondientes para ejecutar este procedimiento correctamente, se indicara en estas: el equipo a utilizar, la capacidad de las grúas, la pluma, radio máximo de trabajo, contrapesos, carga de trabajo, factor de seguridad, las características del elemento (peralte efectivo, longitud total, altura, eje, peso máximo entre otras) y la propuesta gráfica del posicionamiento de las grúas, el modular y la infraestructura existente.
- Elaborara los estudios correspondientes de la transmisión de esfuerzos al suelo para garantizar que las tuberías existentes no sufran ningún daño.
- En función de los estudios realizados, tendrá la obligación de emitir las recomendaciones para la construcción de protecciones a la infraestructura que pudiera presentar algún riesgo, durante la ejecución de las maniobras de traslado o montaje.
- Ejecutará los procedimientos constructivos referentes a ensamble de elementos prefabricados (conexiones).

#### 6. Aseguramiento y Control de Calidad.

- Se encargara de la verificación del aseguramiento y control de calidad, mediante la revisión de la calidad de los materiales, la mano de obra y el estado en que se encuentran la maquinaria y el equipo que ejecutara los procedimientos constructivos emitidos por la proyectista.
- Verificara el cumplimiento de los procedimientos constructivos del proyecto ejecutivo integral, mediante el uso de Formatos ó Lista de Chequeo (chek list).
- Supervisará la calidad de los materiales que sean suministrados durante el proceso de obra, mediante pruebas de laboratorio, respetando las frecuencias de muestreo, tolerancias y los parámetros especificados en la normatividad vigente para cada material en específico.
- Llevará el control de la documentación relacionada con la calidad de los materiales y las pruebas de laboratorio correspondientes que serán el soporte de las estimaciones.

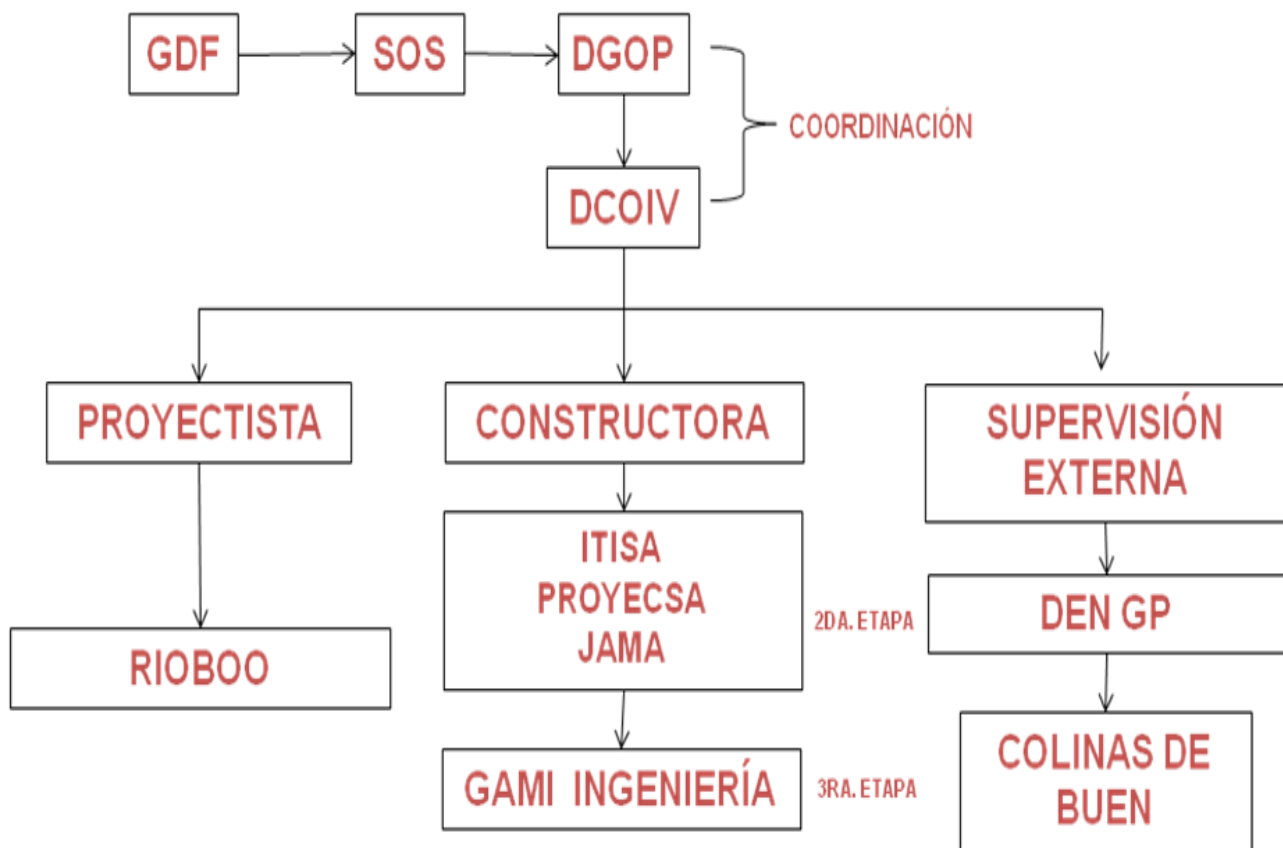
#### 7. Seguridad e Higiene.

- Se encargara de las implementaciones de las medidas de seguridad, tanto internas como externas de la obra, garantizando la integridad física de los trabajadores, los cuales esperan el compromiso de mantener y preservar su propia salud y seguridad, bajo las normas y procedimientos aplicables así como de la sociedad en general.
  - Realizará programas de prevención de accidentes, y se encargará de la verificación del mantenimiento a la maquinaria y/o equipo que se utilice dentro de la ejecución de la obra.
  - Se informara a la ciudadanía y automovilistas de la ejecución de la obra, colocando la señalización informativa, preventiva y restrictiva correspondiente.
  - Se encargara de la ejecución de bandeos y confinamientos de la obra.
-

### 8. Impacto Ambiental.

- Implementará las medidas de cuidado al medio ambiente, y lo relacionado con la contaminación de los factores bióticos-abióticos, (agua, suelo, aire, etc.).
- Realizará la restauración de flora y fauna afectada por la obra, de acuerdo al plan de restitución que se especifica en el resolutivo de impacto ambiental emitido por la Secretaría del Medio Ambiente.
- Verificará que los desechos (basura), que se generen al momento del mantenimiento de la maquinaria y equipo tengan el tratamiento adecuado en función de lo que marca la normatividad vigente.
- Emitirán las principales medidas de prevención, mitigación, minimización, restauración y compensación de los impactos negativos que se puedan generar, así como las acciones de mejoramiento ambiental.

Así mismo se presenta a continuación el organigrama de las dependencias y/o empresas participantes en la construcción del Distribuidor Vial Periférico-Muyugarda.



GDF.- Gobierno del Distrito Federal.

SOS.- Secretaría de Obras y Servicios.

DGOP.- Dirección General de Obras Públicas.

DCOIV.- Dirección de Construcción de Obras e Infraestructura Vial.

---

## **II.4 PODAS Y BANQUEO.**

Los trabajos de poda ó tala de árboles y demolición, se efectuaron conforme al Resolutivo de Impacto Ambiental, así como su tratamiento y disposición cumplieron con lo especificado en el documento señalado, y solamente se realizó a árboles e infraestructura existente que interfiriera para la ejecución de los trabajos, siendo estos los primeros que se realizaron dentro de los procedimientos autorizados.

Se establecieron fechas y posibles rutas de traslado para el retiro de materiales, escombros y equipo, para que fueran retirados en el menor tiempo posible a fin de evitar que estos, interfirieran tanto en el paisaje como en la disponibilidad de espacio para la realización de la obra.

La disposición final de estos desechos se realizó en el Bordo de Xochiaca Etapa IV, previamente autorizado; para el ingreso de estos residuos, se estableció un control mediante boletas foliadas, controlando también los camiones y las horas de envío.

Se promovió y propició a la recolecta de todos los materiales (papel, cartón, plástico, etc.) de desecho derivado de la construcción para su adecuada disposición final.

El personal siempre contó con la convicción de la importancia de preservar el entorno ecológico. Se capacitó al personal para mantener y operar adecuadamente las instalaciones cumpliendo con las leyes y normas establecidas para proteger el medio ambiente con un balance positivo de la relación costo y beneficio.

## **II.5 SEÑALAMIENTO PROVISIONAL, SEGURIDAD VIAL E HIGIENE.**

Derivado de la disminución de la sección y/o cierre de vialidades, se implementaron programas de señalamiento provisional por desvío de obra, este consistirá en informar a la ciudadanía de las rutas diversas de circulación vial por donde podrán transitar derivado de la construcción de la obra, se hizo colocando señalización informativa, preventiva, restrictiva y se realizaron confinamientos de áreas de trabajo para peatones y de flujos vehiculares.

En aquellos trabajos en que el equipo y la maquinaria necesariamente tuvieron que obstruir por completo cualquiera de los sentidos de las vialidades, se tuvo que sujetar a horarios nocturnos, de las 22:00 a las 05:00 hrs, esto con el fin de evitar conflictos viales.

Se tuvo cuidado de las maniobras que se generen con equipo pesado, procurando que estos produzcan las más mínimas molestias por ruido a los habitantes de la zona.

La seguridad e higiene en esta obra, tuvo como objetivo conservar la integridad de los trabajadores, pues lo más valioso, es el recurso humano del cual se logró el compromiso de mantener y preservar su propia salud y seguridad bajo las normas y procedimientos estables. Se previnieron lesiones y enfermedades ocupacionales mediante una cultura de la seguridad y una actitud positiva del personal tanto del trabajo como en las actividades cotidianas.

Todo el personal sin importar jerarquías adquirió el compromiso de trabajar con seguridad y eficacia, cuidando las instalaciones y preservando el entorno del centro de trabajo para proteger la comunidad y preservar el medio ambiente.

---

## II.6 OBRAS INDUCIDAS.

Son aquellas que interfieren para la ejecución de la obra y no vienen contempladas dentro del proyecto por no estar identificadas por falta de información. Y se requiere realizar adecuaciones u obras adicionales para su desvío o protección. Generalmente estas obras se realizaron previas al inicio de los trabajos.

En algunos casos se requirió por su importancia realizar un colganteo, desvío ó sustitución de materiales, ya que considerando la antigüedad y condiciones de servicio de estas, no se garantizaría la resistencia, estabilidad y funcionalidad de las mismas durante la ejecución de los diversos procedimientos constructivos, como se ha demostrado en sucesos ocurridos en otras obras durante la ejecución de trabajos similares, en donde con la ejecución de trabajos de cimentación se fracturaron tuberías de asbesto-cemento al exponerse a la intemperie o al realizar trabajos cercanos a las juntas de acoplamiento y también por ejemplo al momento de realizar maniobras de montajes de elementos prefabricados las líneas áreas de media o baja tensión interfieren con la colocación de los prefabricados.

Dada la fragilidad de la tuberías que estarán expuestas al medio ambiente, se corrieron los riesgos que durante la ejecución de los trabajos de cimentación y montaje de elementos prefabricados, se presentase una contingencia que produjera fugas de diversos tipos de fluidos de gran magnitud (agua potable, drenaje, gas natural, etc.), situación que sería difícil controlar ya que la mayoría de las líneas de distribución están en servicio y no se cuenta las suficientes válvulas de seccionamiento. Además las tuberías se verán expuestas a empujes y vibraciones en el momento en que se efectúen los trabajos de perforación e hincado de pilotes, a los esfuerzos de presión en la misma tubería por encontrarse en operación, así como a los esfuerzos producidos durante el colganteo de la líneas, si se da el caso, que con la colocación de las silletas incrementará su peso; de la misma forma al estar la tubería expuesta en un costado del Anillo Periférico, se corre el riesgo de accidentes vehiculares.

Por lo anterior es necesario realizar las obras inducidas, para el caso específico del Distribuidor Vial Periférico-Muyuguarda se realizaron las siguientes:

### 1. Desvío de tuberías agua potable.

- Ø 6" sobre Av. Cafetales
- Ø 12" de la red secundaria del Acuaférico
- Ø 36" (ACUAFÉRICO) Sustitución de material (asbesto cemento-acero)

### 2. Desvío de tuberías drenaje sanitario y pluvial.

- Ø 30cm, en la calle de Federación
- Ø 45cm, en Av. Plan de Muyuguarda
- Ø 76cm, en Av. Cafetales en dirección Norte-Sur
- Ø 1.05cm (sustitución asbesto – PEAD), en Av. Cafetales en dirección Sur-Norte
- Ø 1.52cm (sustitución asbesto – PEAD), en la lateral del anillo Periférico

### 3. Gas Natural.

- DESVIO LÍNEA 4"
- COLGANTEO LÍNEA 10" (colganteo de tubería en zona de Pemex)
- ENCAMISADO LÍNEA 10" (por seguridad de la tubería se realiza el encamisado de acero)

### 4. Pemex.

- POLIDUCTO DE 8" (por seguridad de la tubería debido a los empujes que ejercerá el Distribuidor sobre esta se realiza el encamisado de acero para proporcionarle mayor resistencia).

### 5. Luz y Fuerza del Centro, Desvío de líneas de:

- MEDIA TENSIÓN
- BAJA TENSIÓN
- ALUMBRADO PÚBLICO



**6. Construcción y retiro de puentes peatonales.**

- SE RETIRO UNO UBICADO EN EL ANILLO PERIFERICO
- SE CONSTRUYERON TRES: (UNO EN AV. CAFETALES, UNO EN AV PLAN DE MUYUGUARDA Y UNO EN ANILLO PERIFERICO).

**7. Trabajos en el Río San Buena Aventura.**

- COLOCACION DE MACHIMBRADO (El río San Buenaventura es una obra complementaria al desfogue de drenaje que nos sirve para conducir las aguas extraídas por las plantas de bombeo hacia la laguna de regularización denominada Ciénega Chica. Por lo anterior se efectuó la colocación de la lamina machambrada para efectuar la canalización de las aguas negras para que este en época de lluvias no nos inundara la zapata dado que el río en esta época trabaja con “Q” extraordinarios).

**8. Sistema de Transporte Eléctrico.**

- DESVÍO DE TROLEBUS

**9. Telmex.**

- DESVIOS DE FIBRA ÓPTICA

**10. Sistema de TV pago.**

- DESVIOS DE LÍNEAS DE CABLEVISIÓN

**11. Transporte Público.**

- DESVIOS DE VARIAS RUTAS DE COMBIS, MICROBUSES, Y RTP, ETC.
-

# CAPITULO III.

Cimentación.

---

### III.1 AMPLIACIÓN DE BORDO DE CONTENCIÓN Y PLATAFORMAS DE APOYO.

Debido a que parte de los apoyos que soportarán la superestructura del puente vehicular Periférico-Muyuguarda se ubican dentro de la Ciénega Chica (Vaso Regulador) se realizaron varias actividades para poder desarrollar los procedimientos constructivos emitidos por la proyectista RIOBOO que a continuación se mencionan:

#### 1. Confinamiento del área mediante costalera.

- Se colocaron perimetralmente costales rellenos de material limo-arenoso (tepetate), hasta 1.5 m de altura o 50 cm por arriba del espejo de agua. La formación de esta costalera se alojó al pie del talud del tezontle colocado, ya que su función principal fue la de contener el agua de la ciénega hacia la excavación de las cimentaciones, por lo que el ancho que ocupó era de 1 a 2m a partir del límite del tezontle colocado y la colocación de los costales quedó de tal forma que se traslaparon entre sí, formando una pantalla procurando en lo posible evitar espacios entre ellos.

#### 2. Abatimiento de agua.

- Una vez aislada la zona de trabajo, se procedió a realizar un bombeo de achique para secar el área.

#### 3. Construcción de Terracerías para acceso de maquinaria.

- El ataque para el acceso a esta zona, se realizó por la zona norte (cercana a periférico) y consistió en la construcción con terracería, de una rampa de acceso hacia el bordo actual, y a partir de ahí se formó una superficie de apoyo mejorada a base de colocar tezontle en greña hasta conformar una superficie que abarco toda el área donde se colocaron los apoyos.
- Se procedió a retirar la vegetación que impida el acceso a la ciénega, tales como árboles, arbustos etc.
- Una vez retirada la vegetación se colocó a partir del pie del bordo de acceso una capa de material de tezontle en greña, depositado a volteo provocando que el material se incruste en la superficie existente, por medio de vibración debiéndose acomodar al 95% de su densidad relativa ( $D_r$ ) determinada con la norma NOM C-164 (por impacto). Este acomodo se realizó con equipo ligero para evitar rompimiento del tezontle y deformaciones excesivas hasta formar un espesor confiable de 50 cm.
- Se continuó con la construcción de la plataforma, mediante la colocación de capas de 30cm de tepetate compactadas al 90% de su P.V.M.S, hasta llegar al nivel requerido para continuar con la ejecución de los procedimientos autorizados.

#### 4. Ubicación de accesos para maquinaria.

- Conformada y compactada la superficie en toda el área que ocuparon las cimentaciones, protegida con la costalera y delimitados los accesos a la misma, se procedió a trazar en campo la ubicación de las cimentaciones para que de esta forma se pudiera acceder con la maquinaria y así realizar los trabajos de perforación e hincado de pilotes.
- El ingreso de la maquinaria para la perforación e hincado de pilotes; así como del equipo que suministrara los diferentes materiales para la ejecución de procedimientos constructivos, (ollas, camiones de volteo, excavadoras, grúas, etc.), se realizó por el camino formado en la corona del bordo ampliado ó las plataformas conformadas, estas vialidades incluso sirvieron para el transporte y montaje de columnas y trabes prefabricadas, por lo que se retiraron hasta que la superestructura estuvo concluida.

### III.2 CIMENTACIÓN PROFUNDA Y SUPERFICIAL.

Para llevar a cabo la decisión, de que tipo de cimentación utilizar para soportar la superestructura del puente vehicular la proyectista, realizó inicialmente la exploración correspondiente en las zonas donde quedarán ubicadas sus cimentaciones, con el objetivo principal de conocer las condiciones estratigráficas del suelo.

---

---

Después con los datos de laboratorio obtenidos de cada una de las muestras obtenidas, se procedió a interpretarlas y a elaborar el informe correspondiente en el cual se describen los trabajos de exploración geotécnica, laboratorio, criterios de diseño geotécnico y al final las conclusiones y recomendaciones que regirán para el proyecto ejecutivo.

De acuerdo con los resultados de la exploración junto con las características estructurales del proyecto, la proyectista considero necesario el empleo de un sistema de cimentación formado por un sistema de contratrabes unidas con una losa intermedia y trabajando en conjunto con pilotes de fricción (tipo A).

En todos estos tipos de cimentación profunda se emplearon pilotes de 40x40 cm, la proyectista diseño estos, para trabajar básicamente por fricción y en menor proporción por punta.

Por lo anterior y tomando en cuenta que el RCDF considera que todas las cargas transmitidas por la estructura sean tomadas íntegramente por la cimentación de tipo profundo, la cimentación del puente vehicular será combinada, básicamente por cajones de cimentación y en este caso los pilotes.

### III.3 FABRICACIÓN DE PILOTES

Para ejecutar el procedimiento relacionado con la fabricación de pilotes la proyectista emitió los planos y especificaciones correspondientes para fabricar los elementos en mención; Así mismo se realizó la ejecución correspondiente siguiendo las recomendaciones de Mecánica de Suelos.

Derivado de las especificaciones de Mecánica de Suelos y los Planos Geométricos de la proyectista, se tienen pilotes de sección cuadrada de 0.40x0.40 m y longitudes de 12.50 y 14.50 m, la constructora para optimizar tiempos y recursos decide fabricarlos en planta.

Los pasos para realizar la fabricación que se realizan para ejecutar correctamente el procedimiento constructivo de Fabricación de Pilotes son los siguientes:

#### 1. Habilitado de Acero.

- Se realizó de acuerdo al despiece del plano estructural emitido por la proyectista.
- El acero de refuerzo empleado tendrá un  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- El acero estructural empleado tendrá un  $f_y=2530 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 2. Armado.

- Se colocó, soportó y fijó el acero de refuerzo según se muestra en los planos del proyecto autorizados ([ver planos anexos](#)), respetando las especificaciones correspondientes, amarres y traslapes.
- Se realizó la verificación de colocación y separación de estribos, en la punta, en el cuerpo y en la cabeza.
- Se realizó la colocación de los ganchos de izaje, para su posterior maniobra de transporte o lanzado.

#### 3. Cimbrado.

- El acero de refuerzo armado se colocó sobre una plantilla previamente nivelada y pulida para lograr una estructura uniforme y con el acabado indicado en el proyecto, debiéndose colocar en posición horizontal, monolíticamente y de una manera continua.
  - Una vez que se ha colocado el armado del acero en la cama, se colocó la cimbra metálica, se aplicó desmoldante en sus paredes y se cuidó y verificó las siguientes características: limpieza, alineación, dimensiones, separadores, cuñas, silletas, desplantes, niveles, chaflán, recubrimientos.
  - La colocación de la cimbra se hizo de manera que permita dar el recubrimiento de concreto según el proyecto autorizado.
  - Los moldes se pudieron emplear tantas veces como sea posible, siempre y cuando se les proporcione el tratamiento adecuado para obtener el acabado que señale el proyecto.
-

- 
- Una vez que se tiene concluido el proceso de cimbra, se realizó una inspección, según especificaciones marcadas en el Reporte de Liberación de colado de pilotes. Ya que se liberó el proceso por Aseguramiento de Calidad, se llevó a cabo una solicitud de colado a supervisión externa, en la cual se revisa el cimbrado para su autorización.

#### 4. Colado.

- La resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) es de acuerdo a lo especificado en proyecto igual a 250 kg/cm<sup>2</sup> y de Resistencia Rápida.
- Las ollas se recibieron en el sitio de colado y se revisó la hoja de remisión de concreto, verificando que cumpla con las especificaciones de concreto, indicadas en los planos autorizados. No se permitió el vaciado de concreto después de 90 min, desde que se inicie el mezclado, así como después de 60 minutos de haber salido de la planta dosificadora.
- Una vez que se ha recibido la olla, se revisaron los siguientes parámetros indicados en especificaciones de proyecto: revenimiento de 10cm, temperatura min 16°C máx. 32°C, Peso volumétrico min. 2200 kg/m<sup>3</sup>, entre otras características. Estas pruebas se realizaron en estado fresco.
- El concreto se colocó en forma continua sin interrupciones, hasta terminar totalmente el colado del elemento estructural.
- El concreto no se dejó caer verticalmente con alturas mayores de 1.50 m, ni se permitió amontonarlo, para después extenderlo en los moldes, para evitar segregación, se usaron canalones de descarga en los casos que fueron necesarios, con la finalidad de evitar el golpeteo con el acero de refuerzo.
- Mientras se coloca el concreto en el elemento, se realizó el vibrado del mismo, para asegurar un adecuado acomodo del concreto, se realizó con los vibradores de diámetro adecuado y en los lugares apropiados (esquinas, alrededor de embebidos, bloqueos y zonas congestionadas).
- La inserción del vibrador se hizo de manera vertical y espaciado 1.5 veces el radio de acción del vibrador en uso, cada inserción del vibrador duró el tiempo suficiente para consolidar el concreto pero sin causar segregación en el mismo (aproximadamente de 5 a 15 segundos).

#### 5. Curado a Vapor.

- Al terminar el colado de pilotes de acuerdo al programa de ejecución de obra, se dejaron en etapa de fraguado inicial durante un período de 1 a 4 horas.
  - Para lograr el fraguado inicial se realizó una hidratación del elemento (curado inicial), es decir un curado por métodos normales, humectando la superficie constantemente solo en caso de ser necesario.
  - Se colocaron ductos con manguera de alta temperatura, distribuida uniformemente para asegurar la aplicación correcta de vapor a lo largo y ancho de la cámara formada con la lona, simultáneamente se colocaron los caballetes estructurales, estos pueden ser hechos con varillas, para soportar la lona y evitar con esto el contacto directo de la lona con el elemento a curar.
  - Una vez colocados los caballetes, se procedió a colocar la lona para formar la cámara atmosférica a la que se le suministrará vapor gradualmente.
  - Fue necesario tomar las precauciones para que esta cámara quede lo más hermética posible, con la intención de evitar ráfagas de aire frío durante el proceso de curado con vapor, el cual puede contrarrestar los efectos de resistencia esperados.
  - Una vez formada la cámara, se aplicó el vapor para elevar la temperatura hasta los 30°C o 35°C durante una hora, y posteriormente en las siguientes dos horas la temperatura se elevó gradualmente hasta alcanzar de los 60 a 70°C.
  - Cuando se estuvo realizando el proceso de curado, se tomaron lecturas de temperatura en los 3 ciclos de curado.
  - Una vez que ha pasado la etapa inicial, comienza etapa de temperatura máxima donde se aplicó vapor hasta alcanzar la temperatura en un rango de 60 a 70°C, manteniendo ésta por un periodo de 6 horas.
  - Una vez que se ha mantenido la temperatura máxima durante el tiempo especificado, se cortó el suministro de vapor para iniciar el proceso de descenso de temperatura hasta que se completó el ciclo de curado (11 a 14 hrs.).
-

#### 6. Descimbrado.

- Transcurrió el tiempo de curado y obteniéndose su aprobación, se hizo la remoción de la cimbra.
- La remoción de los moldes se efectuó procurando no dañar las superficies del concreto recién curado.
- En la maniobra de descimbrado de los apoyos de la obra falsa, cuñas, gatos, etc., se busco que se operará de manera que la estructura tome su esfuerzo uniforme y gradualmente.

#### 7. Almacenaje de Pilotes

- Una vez concluida la etapa de fabricación, los pilotes se almacenaron en planta, hasta el momento de su utilización en obra. Esto estaba sujeto al programa de suministro de pilotes de acuerdo al programa de obra que se tuvo.
- Para el almacenaje de pilotes, las áreas de almacenamiento de los pilotes se encontraban niveladas y estratégicamente ubicadas para no interferir con otras maniobras que se realicen en la planta.
- Los pilotes se separaron y apoyaron en travesaños (polines). Los travesaños se dispusieron en planos horizontales.

### III.4 TRANSPORTE DE PILOTES

El transporte de los pilotes se desarrolló mediante equipo que tenga las características de capacidad y longitud necesarias, garantizando que en la maniobra de transporte no se ocasionara algún percance con los automovilistas, en promedio se transportaban 6 pilotes por plataforma; Se tuvo una logística adecuada para el traslado en función de la ruta desde la planta hasta la obra, cuidando que esta no tenga demasiadas vueltas y que ocasionaran una maniobra difícil.

Los pilotes se almacenaron lo más cerca posible del sitio de su colocación final de las cimentaciones en obra realizando las siguientes actividades de preparación del mismo para facilitar el hincado posterior:

### III.5 ACTIVIDADES PRELIMINARES

#### 1. Preparación del pilote.

- Se identificaron los pilotes en la parte superior de la cara dispuesta, con datos como: número de cama, número de pilote, fecha de colado.
- Adicional a el marcado anterior, se colocaron referencias con una separación máxima de 1m a lo largo del pilote, con la finalidad de llevar un registro del número de golpes necesarios por cada metro en el tramo de hincado y así poder comparar contra los niveles de diseño y realizar los ajustes necesarios.

#### 2. Ejecución Trazo y Cálculo de Niveles.

- Se trazó en obra, la ubicación de las coordenadas de los pilotes.
- Se calculó el nivel al cual se determinara la profundidad de pilote con base en el terreno natural y de acuerdo con los planos proporcionados por la proyectista.

### III.6 PERFORACIÓN PREVIA

La Perforación Previa se realizó con objeto de guiar y facilitar el hincado de pilotes y garantizar la verticalidad del mismo, además de evitar movimientos excesivos en la masa del suelo adyacente. Se realizaron las siguientes actividades para ejecutar este procedimiento:

### 1. Ubicación de Coordenadas de los Pilotes en campo.

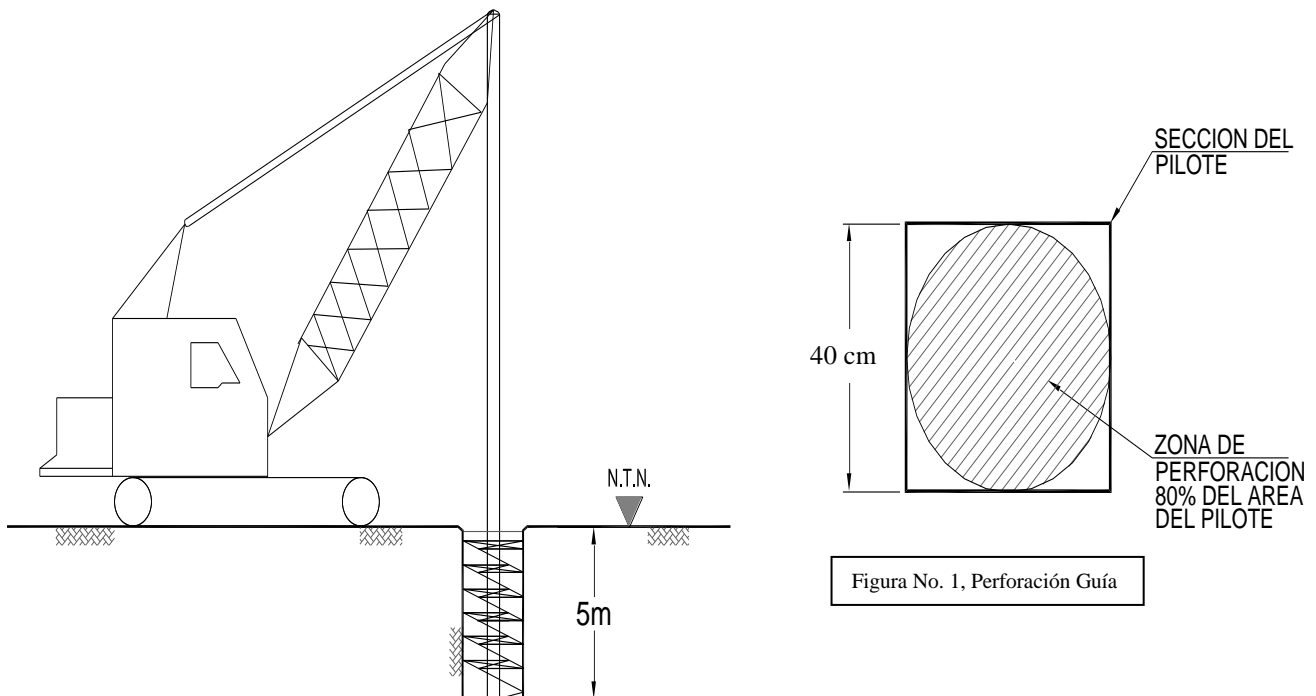
- Se determinó con exactitud mediante estacas ú estoperoles clavados al piso (pavimento asfáltico), el marcado con pintura de laca y de acuerdo con los planos estructurales autorizados, la ubicación de los puntos donde se hincaron los pilotes (misma de perforación).
- Se procedió a demoler la carpeta asfáltica con el martillo neumático el cuadro de referencia trazado para cada pilote. Para facilitar el lanzamiento.

### 2. Verificación de Equipo y Herramienta.

- Se usó una perforadora con capacidad suficiente de perforación, así mismo la herramienta adecuada para realizar una perforación cuya área es del 80 % del área transversal del pilote.
- Durante la perforación se verificó la verticalidad de ésta, además de que se verificó que conservara las dimensiones de proyecto en toda su profundidad.

### 3. Profundidad de la Perforación.

- La perforación guía se llevó hasta una profundidad de 5m en todos los pilotes, con extracción del material.
- En aquellos pilotes que quedaron a una distancia menor a 4m de cualquier instalación hidráulica adyacente, se prolongó la perforación hasta 50cm por debajo del lecho inferior de éstos, pudiendo realizarse la perforación sin extracción sino por simple remoldeo del material.
- El tiempo máximo admisible entre la perforación y el hincado fué de 36 hrs., para evitar deslaves en la parte inferior de esta y evitar el incremento de esta sección.





### III.7 LANZADO DE PILOTES

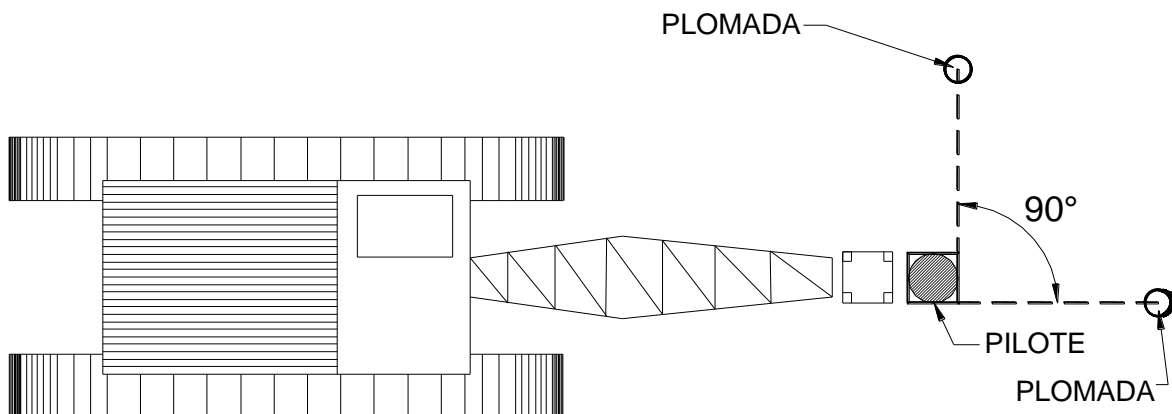
Concluida la actividad referente a la perforación guía y el suministro en obra de pilotes de la longitud especificada según los planos autorizados para la cimentación correspondiente se realizaron las siguientes actividades:

#### 1. Revisión de los pilotes por el área de control de calidad de la supervisión.

- Se verificó que todos los pilotes estén perfectamente limpios, sin grietas o fisuras, sin despostillamientos y su cabeza sea perpendicular al eje del mismo.
- Cuando se detectaron pilotes que presentaron agrietamientos o fisuras, no se hincaron y fueron desechados. Los gastos de desperdicio del mismo corrió por cuenta del fabricante que en nuestro caso fue la contratista.

#### 2. Presentación del Pilote (Lanzado).

- El pilote se tomó por el extremo superior y se izo para colocarlo en las guías.
- Después del manejo e izaje de los pilotes mediante estrobos, se colocaron en la perforación guía, esta actividad se realizó levantando el pilote con una grúa, sujeto de un cable, debiendo garantizar la verticalidad del pilote a un ángulo de 90 grados.
- La verticalidad del pilote se garantizó colocando dos plomadas de referencia en un ángulo de 90 grados, teniendo como vértice el pilote, orientando siempre las caras del pilote de tal forma que sean paralelas a las de las contratrabes.
- Una vez que el pilote esté en la posición correcta, se lanzó el pilote, (se dejó caer en la perforación previa realizada, sin aplicarle alguna carga, cae por su propio peso).



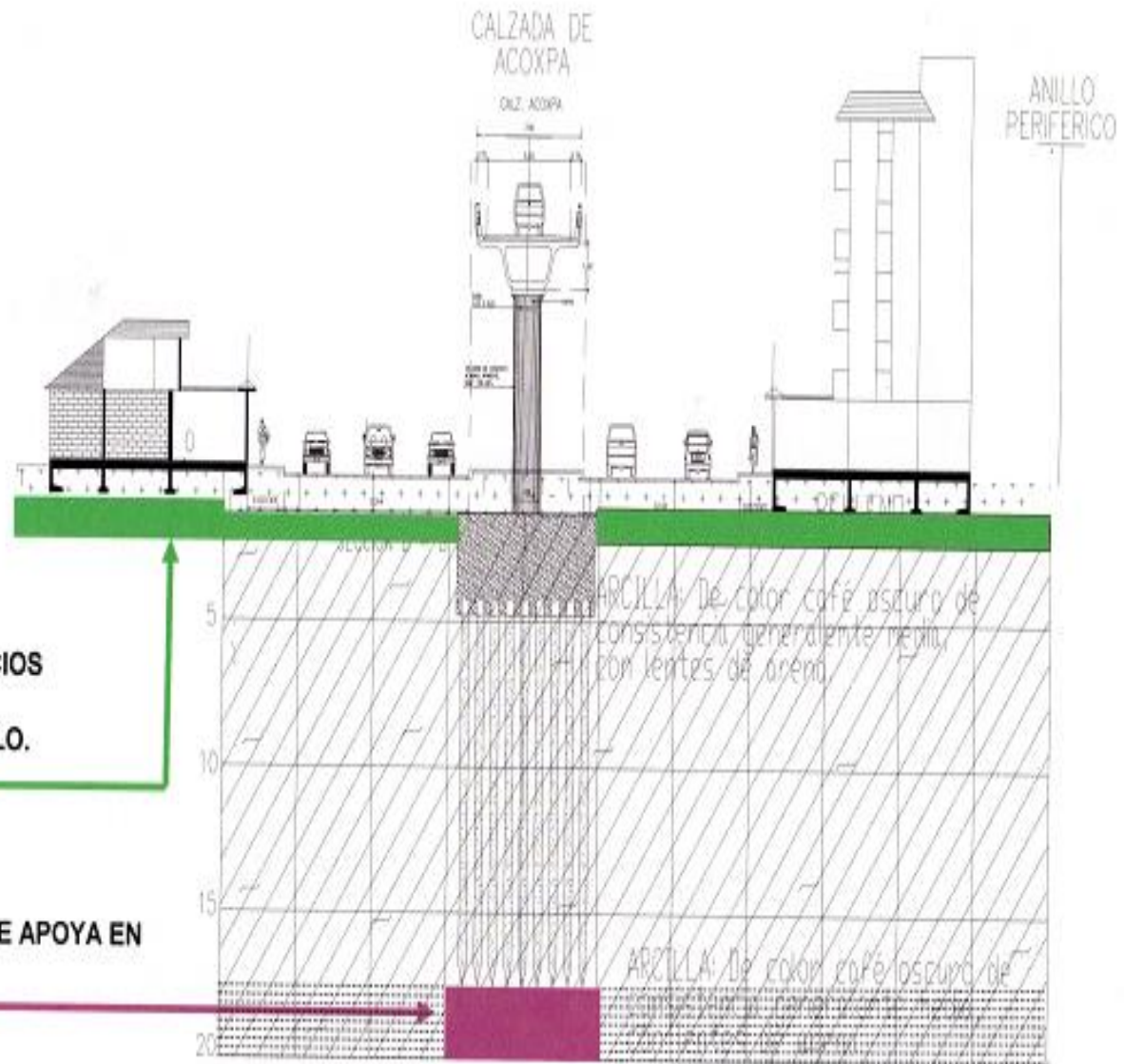
CONTROL DE VERTICALIDAD  
DURANTE EL HINCADO DE PILOTES

### III.8 HINCADO DE PILOTES.

El hincado de los pilotes de concreto, se efectuó de modo que garantizó la integridad estructural del pilote y se alcanzó la integración deseada con el suelo, de manera que cumpla su cometido; además se procuró que no se ocasionaran daños a las estructuras e instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamientos vertical y horizontal del suelo.

- Tanto el pilote como el martillo fueron guiados mediante una resbaladera de altura suficiente de tal manera que ésta se apoyaba a nivel de terreno natural y permitiera una correcta alineación del pilote.

- La cabeza del pilote se acopló perfectamente al gorro del martillo piloteador; en la parte de contacto con el pilote se colocó un colchón de madera, con la finalidad de evitar el despostillamiento del pilote.
  - Para el hincado, se utilizó un martillo pesado con baja velocidad de impacto (carrera corta). El peso del pistón móvil es aproximadamente de 1 ton. La altura de caída era del orden de 0.75 a 1.0 m.
  - Una vez que el pilote llegaba hasta la carpeta asfáltica era necesario acoplar al martillo una extensión de tres metros de largo para llegar al nivel de hincado establecido.
  - Se verificó mediante un registro el número de golpes necesarios, para penetrar en el estrato al que se deba llegar según los cálculos del nivel de desplante de la punta del pilote ó para el caso en que se llega al rechazo del pilote a una profundidad menor, con el objetivo de evitar la perforación del estrato firme.
  - La secuencia de hincado se inició por los pilotes perimetrales del área de la cimentación y posteriormente los pilotes centrales, esto se hizo con la finalidad de aminorar los posibles desplazamientos laterales de la masa de suelo.
  - Una vez iniciado el hincado de cada pilote no se suspendió esta actividad hasta que la punta alcanzó la profundidad de proyecto marcado en plano topográfico correspondiente.
  - Los pilotes dañados durante el hincado fueron retirados y sustituidos por otros en perfecto estado.
-



LA CIMENTACIÓN DE LOS EDIFICIOS EXISTENTES SE APOYAN EN LA COSTRA SUPERFICIAL DEL SUELO.

LA CIMENTACIÓN DEL PUENTE SE APOYA EN LA CAPA DE ARCILLA LIMOSA..

# CAPITULO IV.

Excavación.

## IV.1 EXCAVACIÓN PARA ZAPATAS.

Para dar inicio a la excavación de las zapatas piloteadas, se espero hasta que la totalidad de los pilotes hayan sido hincados.

### 1. Trazo y Nivelación.

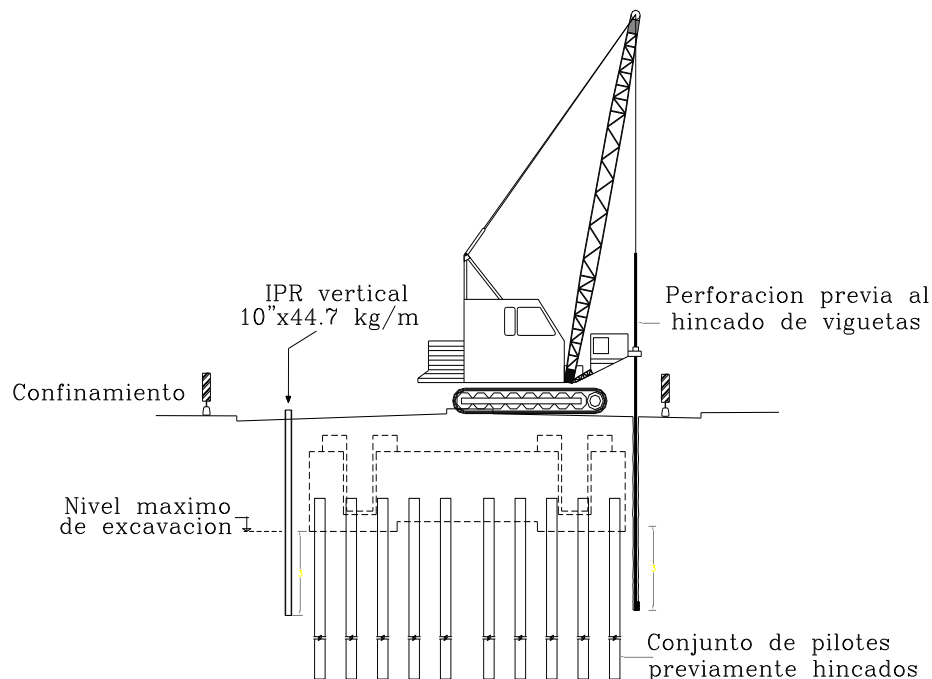
- Se inició este procedimiento con el trazo (incluyendo sobreexcavación) y nivelación de la zapata e infraestructura existente (obras inducidas), de acuerdo al proyecto autorizado, donde se utilizó una estación total y un nivel, así mismo estos trazos y niveles se referenciaron a un banco de nivel para asegurar los mismos.
- Una vez realizado el trazo, se solicitó a supervisión externa la verificación de trazo y autorización para proseguir con la siguiente etapa.

## IV.2 CONTENCIÓN TEMPORAL CON MURO BERLÍN (TABLESTACA).

Debido a la profundidad y claros de las excavaciones la proyectista emite el procedimiento “Sistema de Contención Temporal con Muro Berlín”, a base de viguetas IPR, tablonces y polines, así mismo se colocó la contención temporal en aquellas excavaciones que estén a una distancia mínima de una vez la profundidad de desplante del cajón de cimentación, de alguna edificación o vialidad que pueda ponerse en riesgo.

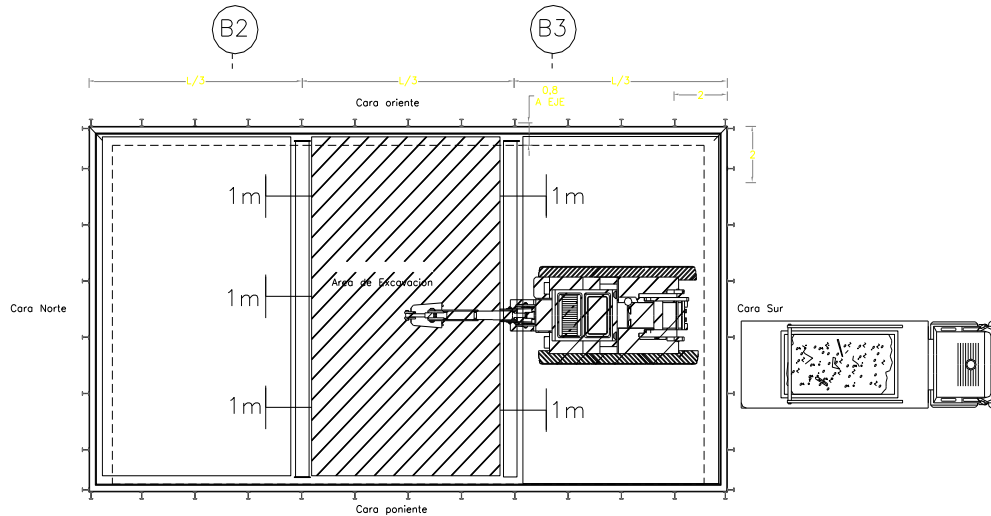
### 1. Hincado de las vigas IPR de 8” verticales.

- Se trazó la posición del tablestacado ubicando en cuantas caras de la excavación se colocara el ademe temporal o solo las viguetas de reacción, dependiendo las colindancias por proteger.
- Una vez ubicada la posición del ademe, se realizó el hincado de viguetas de acero tipo IPR-8”x 31.3 kg/m (ligera) a cada 2m máximo. Para facilitar el hincado de las viguetas, se utilizó un vibrohincador, que a base de vibración mas el peso del mismo, hinquen la vigueta hasta la profundidad de hincado (2.0m por abajo del nivel máximo de excavación). Las viguetas sobresalían 50cm del nivel del terreno con el objeto de proteger a los trabajadores que caminaban alrededor de la zapata. (ver figura No. 3)

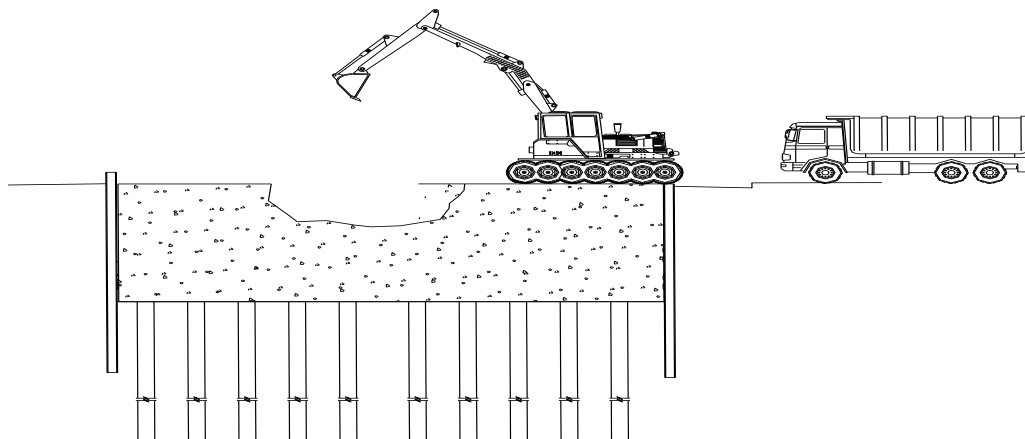


## 2. Etapas de la excavación.

- La excavación se realizó en dos etapas (área central y áreas laterales).
- Para la excavación del área central, se consideró un metro hacia los extremos exteriores para el área de talud.



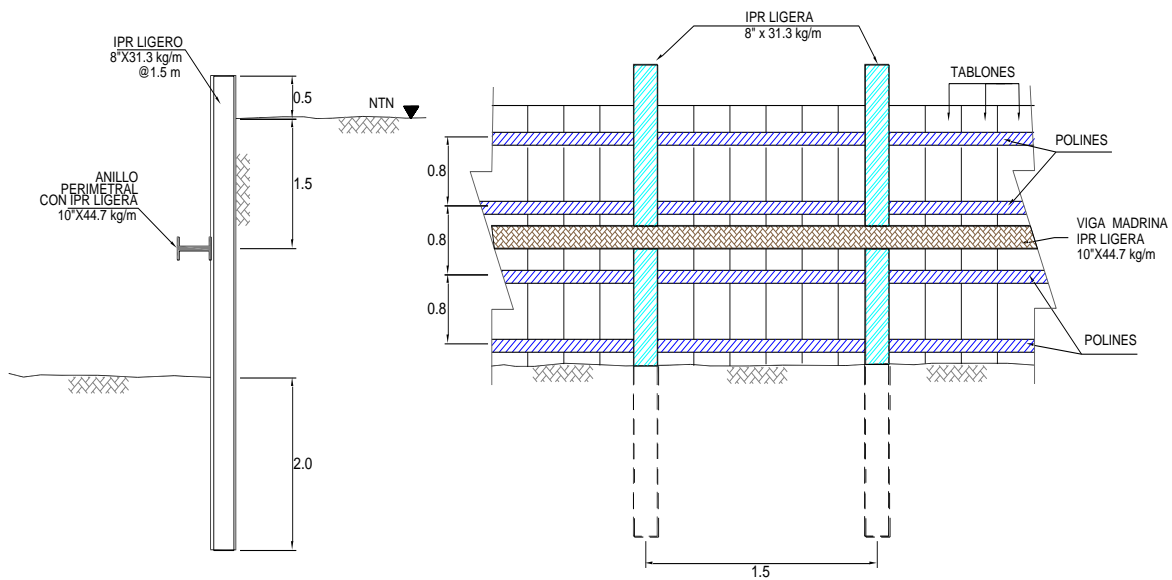
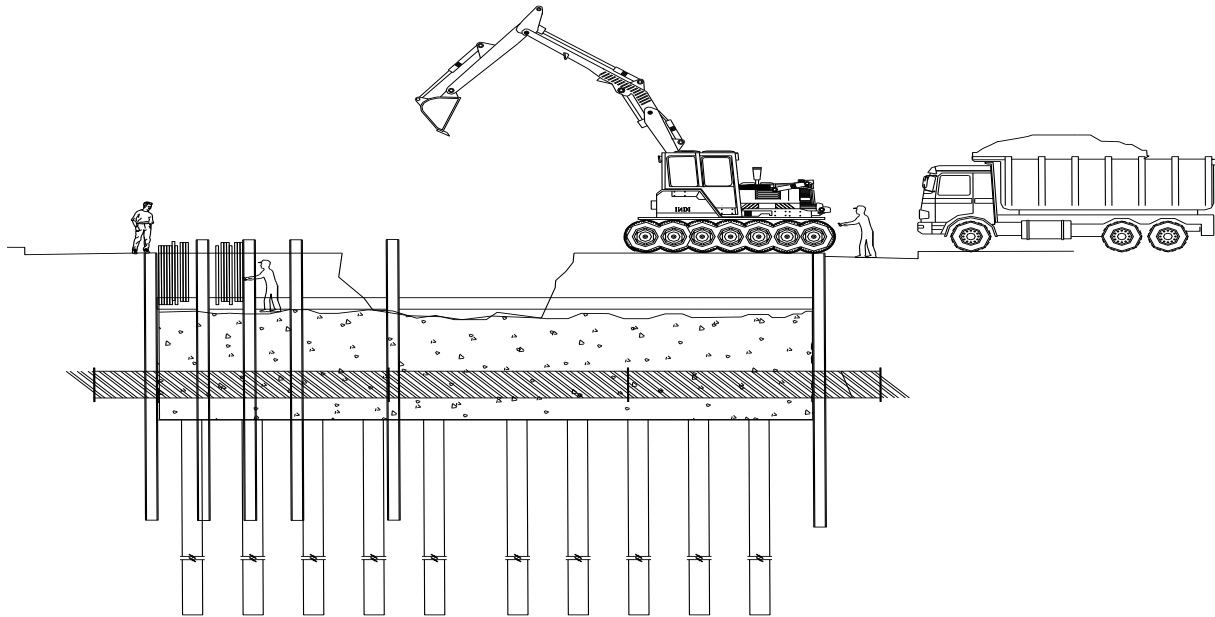
- La excavación se realizó en varias etapas, en función de la profundidad y se realizó con equipo ligero. Cada etapa de excavación fue a cada 1.5m de profundidad, hasta llegar al fondo de la excavación. Si la colocación del ademe era en las cuatro caras de la excavación el corte sería vertical, en caso contrario las caras sin contención se tuvieron que excavar en taludes 0.3 : 1.0 (horizontal a vertical).



- El proceso de excavación de la zapata se llevó a cabo con ayuda de maquinaria y equipo, (una retroexcavadora, una almeja, cargador frontal, etc.) y mano de obra, personal que se utilizó para dar el afine y llegar al nivel del proyecto. (desplante de plantilla).
- Durante toda la etapa de excavación se contó con un sistema de bombeo de achique que sea capaz de resolver cualquier eventualidad posible como fuese el caso de inundaciones de las zapatas debido al nivel freático de la zona ó por alguna fuga o rompedura en tuberías de agua potable o drenaje cercanos a nuestras zapatas.

### 3. Colocación de gualdras y tablonces.

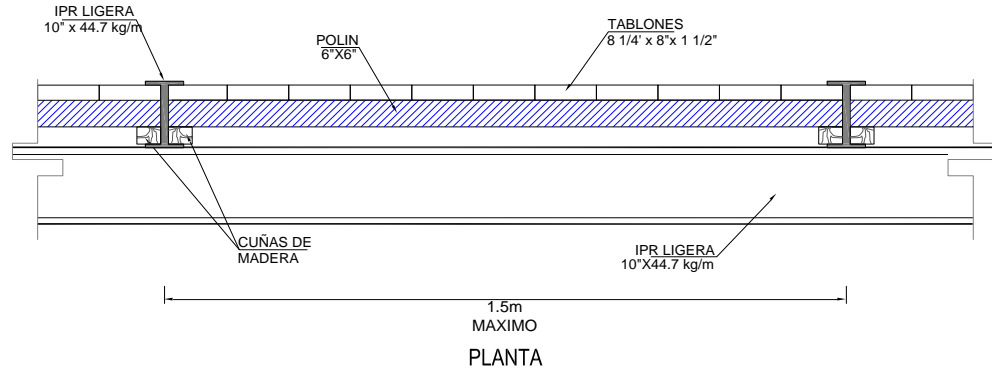
- Concluida la primera etapa de excavación, inmediatamente se afinaron las paredes y se colocaron entre las vigas IPR, tablonces de  $1\frac{1}{2}$ " de espesor garantizando el contacto con el suelo. Adicionalmente para rigidizarlas se colocaron gualdras ó polines horizontales de 6" x 6" a cada 0.80m de separación con sus cuñas de sujeción en los extremos.
- Se garantizó que las viguetas verticales así como los tablonces colocados estén en contacto directo con el suelo por contener, sin holguras, pudiendo utilizar una lechada de mortero para rellenar los huecos entre los contactos esto con el fin de evitar caídos del mismo material.





#### 4. Colocación de IPR de 10" horizontales.

- Después de haber bajado hasta el primer nivel de excavación, en la parte central se procedió a realizar una excavación en los extremos longitudinales de la misma, para realizar la colocación de ménsulas, las cuales se soldaron a las vigas verticales.
- A partir del nivel del terreno y en espacios de 1.50m de profundidad, se colocó horizontalmente un perfil IPR (viga madrina) 10" x 44.7 kg/m, que se fijó a las viguetas verticales, colocadas en el perímetro de toda la excavación, mediante ménsulas y soldadura formando un anillo en todo el perímetro de la excavación.



#### 5. Colocación de patas de gallo.

- Se añadieron viguetas colocadas en diagonal (patas de gallo) a una distancia de 4m del vértice en ambas direcciones de las esquinas.

#### 6. Colocación de puntales.

- Se ubicaron y se dieron referencia perfectamente al área de colocación de los troqueles, para que una vez que se hayan colocado las vigas madrinas de 10" x 44.70 kg/m, se procediera a la colocación de los troqueles para asegurar la contención del terreno los cuales fueron colocados en el claro largo de la excavación reduciendo el claro libre a no más de 8m. (Figura No. 10)
- Una vez que fueron colocados los troqueles se procedió a colocar el gato hidráulico en su posición para aplicarle la carga indicada en el proyecto de 20 toneladas, para evitar desplazamientos del terreno y formación de fisuras. (Figura No. 11)

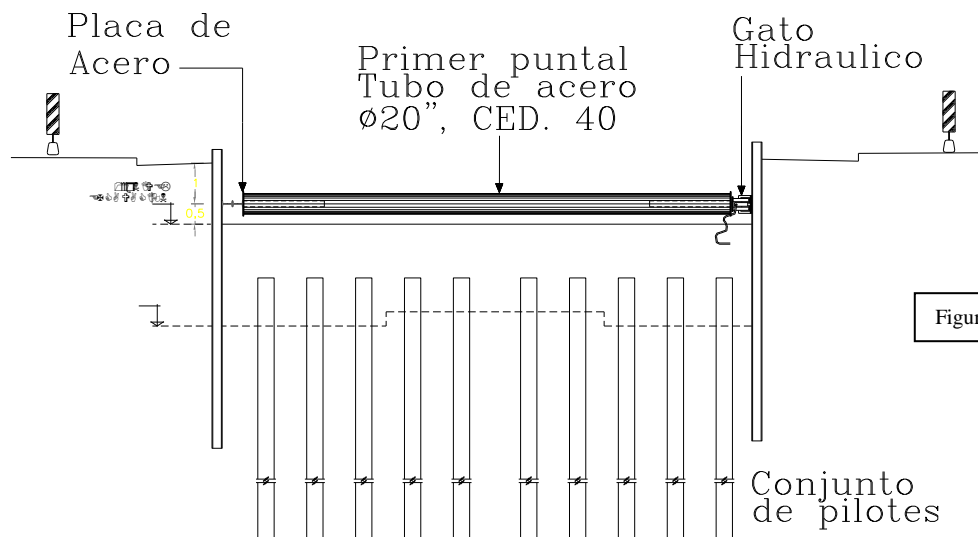


Figura No. 10

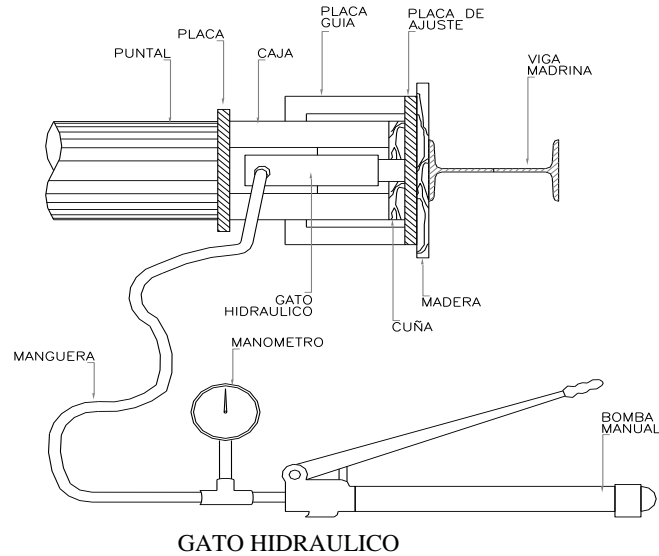


Figura No. 11

### IV.3 CONEXIÓN CIMENTACIÓN PROFUNDA-SUPERFICIAL.

Una vez que se tuvo el área de la zapata excavada en su totalidad, y al nivel de desplante de proyecto, se hizo la revisión de niveles correspondiente; Terminada la excavación, ésta no permaneció abierta por más de 5 días.

#### 1. Colocación de plantilla de Tezontle.

- Cuando se encontraron materiales con excesiva humedad que dificulten las maniobras para colar la plantilla, se realizó el bombeo de achique correspondiente para mantener seco el fondo de la excavación y se excavó hasta el nivel máximo de proyecto más 20cm, que será el espesor de nuestra plantilla.
- Una vez teniendo seco el lugar se colocó una capa rompedora de capilaridad la cual consiste en una capa de tezontle en greña acomodado al 95% de su densidad relativa hasta propiciar una superficie confiable libre de toda humedad.
- Esta capa rompedora de capilaridad tiene la función de un filtro para las posibles filtraciones de agua. (Figura 12)
- 

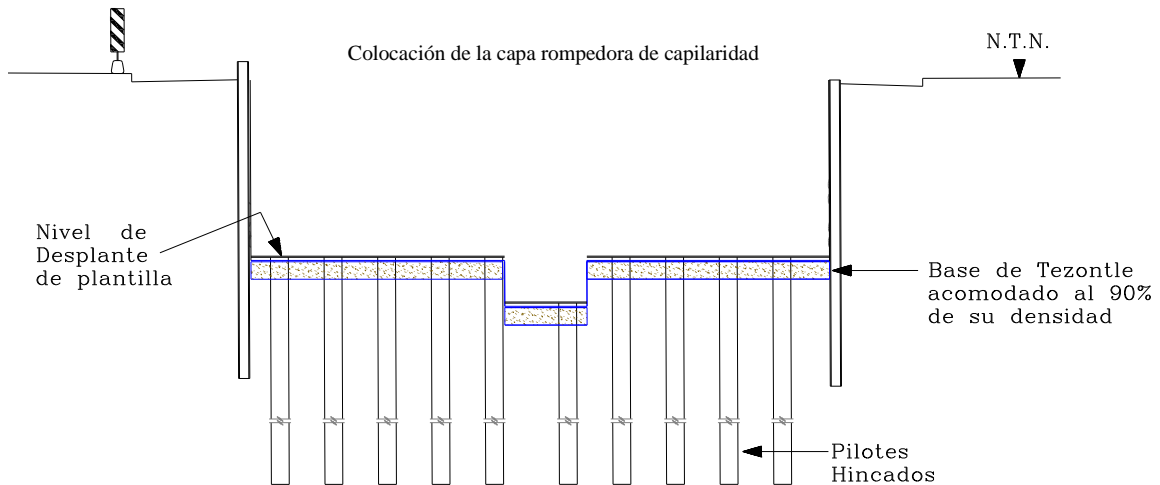


Figura No. 12

## 2. Colocación de Plantilla de Concreto.

- Se colocó una plantilla de concreto pobre ( $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ ) de 5cm de espesor que cubrió únicamente el área de la zapata, para garantizar que las contratrabes no estén en contacto con el suelo directamente. Al realizar el colado de esta plantilla se contempló una sangría, la cual tiene una pendiente del 1% hacia el cárcamo de la zapata. (Figura No. 13).
- El colado de plantilla de concreto simple se realizó en forma monolítica con el fin de eliminar las juntas frías.
- Esta plantilla funciona como un elemento de transición para evitar que el acero se llene de impurezas o cualquier otro material que se encuentre en la excavación.
- El concreto que se utilizó, es premezclado y transportado en ollas de  $7\text{m}^3$ .

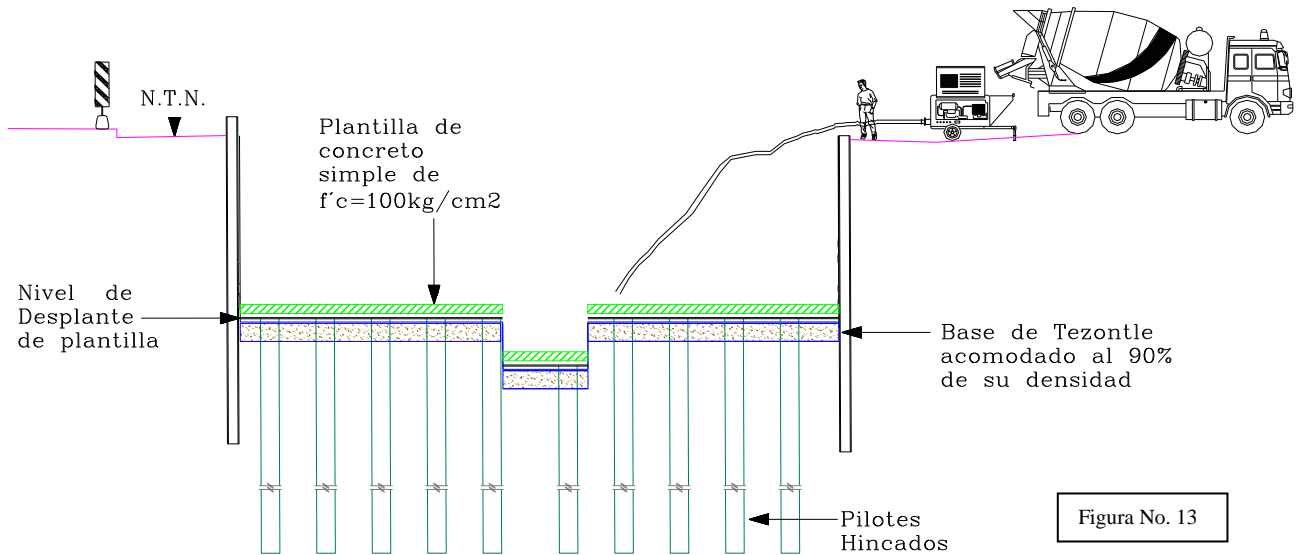


Figura No. 13

## 3. Descabece de Pilotes.

- Para realizar la conexión o ligue entre la cimentación profunda (pilotes) y la superficial (zapata), se realizó la demolición o descabece de los pilotes hasta descubrir acero en una longitud mínima de 1.00m con respecto al nivel de desplante de la zapata de cimentación. Tal condición se consideró desde la fabricación e hincado de los pilotes.
- La demolición se realizó mediante martillos neumáticos rompedores, cuñas o alguna herramienta similar.
- Los fragmentos de concreto procedentes de la demolición de pilotes, así como los materiales ajenos a la cimentación fueron retirados en su totalidad para ser depositados en tiro oficial autorizado por la Dependencia Gubernamental, que para este caso será el Bordo Poniente.

## IV.4 SUMINISTRO, HABILITADO DEL ACERO DE REFUERZO, ARMADO DE CONTRATRABES Y CANDELEROS.

El acero es una aleación de hierro y pequeñas cantidades de carbono que posee gran dureza y elasticidad: el acero puede contener otros elementos químicos, como el manganeso, el silicio, el fósforo, el azufre y el oxígeno. Y se emplea como refuerzo en las estructuras de concreto por sus propiedades. El acero inoxidable es aleado con una parte de cromo y es muy resistente a la oxidación.

El acero de preesfuerzo constituido principalmente por alambres, cables, barras u otros elementos metálicos que se usan dentro o fuera de la masa de concreto, en ductos o sin ellos y sirven para absorber principalmente los esfuerzos de tensión.

---

El acero para refuerzo de concreto es un material ferroso en forma de varilla, alambre u otras formas que se coloca dentro de los elementos que conforman una edificación (Trabes, Columnas ó Losas), para quedar ahogado en la masa de concreto, mezcla ó mortero, ya sea elaborado en obra ó en planta, y que dentro de esos elementos tomara esfuerzos debidos a cargas, contracción, por fraguado y/o cambios de temperatura.

**1. Limpieza de la zapata.**

- Una vez realizada la limpieza del área de la zapata, y autorizado el trazo de los ejes de Contratraves, candeleros y niveles de la zapata, se realizó el armado del acero de refuerzo.

**2. Suministro y Calidad del acero de refuerzo.**

- Se suministró el acero de refuerzo de acuerdo a la cuantificación realizada de los planos ([ver planos anexos](#)) de despiece generados por la contratista, en función de planos estructurales emitidos por la proyectista correspondientes a planos de las zapatas, de las contratraves, de la losa fondo, del candelero y de la losa tapa.
- El contratista presentó la documentación que avala la calidad del acero de refuerzo suministrado a la obra incluyendo análisis químicos y características físicas, se realizará en obra una inspección del acero, tomando un muestreo de este material, de acuerdo a los parámetros indicados en la normatividad vigente.
- Entre las pruebas de calidad que se presentaran se encuentran las siguientes:
  1. La de Tensión, ([Anexo 1](#))
  2. La de Calidad del Acero; en esta se verifican las propiedades físicas (diámetro, corrugación y separación entre corrugación y corrugación) y las propiedades químicas (la composición química del acero). ([Anexo 2](#))
  3. El Informe de pruebas para varillas de acero para refuerzo. ([Anexo 3](#))
- El acero que se utilizara en el armado de la cimentación fue inspeccionado detalladamente y se verificó que no presente oxidación perjudicial, así como exento de aceite ó grasas, quiebres, escamas, y deformaciones de la sección.
- Se almacenó bajo cobertizos y se clasificó según su tipo y sección, protegiéndolo contra la humedad y alteración química.

**3. Habilitado (Bulbos y Conectores).**

- El acero de refuerzo empleado tendrá un  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- El acero estructural empleado tendrá un  $f_y=2530 \text{ kg/cm}^2$ .
- Se realizó el habilitado y manejo del acero de refuerzo, en función del plano de despiece elaborado por la contratista ([ver planos anexos](#)), en donde se especifican los diámetros, longitudes, cortes, dobleces, escuadras, traslapes, etc.
- Las varillas debieron corresponder a las clases, diámetro y número indicados en planos.
- Todas las varillas se doblaran en frío, observando que el doblado no produzca fisuramiento, laminación ó desprendimientos superficiales, por ningún motivo se permitió que el acero de refuerzo sea doblado en caliente.
- En función de que el acero de refuerzo se comercializa en longitudes de 12 m y que los claros de las zapatas son en algunos casos mayores a esta dimensión, se realizó la conexión entre barras por medio de empalmes que serán: traslapados (Varillas menores al número 8), soldados (Varillas mayores ó iguales al número 8 se bulbean) y/o conectados, estas uniones debieron cumplir con lo indicado en planos estructurales.
- Para controlar la calidad de las uniones soldadas en varillas del número ocho (8) o mayores, se realizaron pruebas destructivas de tensión al 2 % de las juntas realizadas y pruebas radiográficas al 3 % de las uniones.

**4. Armado de Losa Fondo.**

- Se realizó la limpieza del acero y de la superficie de colocación para evitar que este tenga materia orgánica o de cualquier otro tipo de elemento que evite el trabajo mecánico (adherencia entre el acero y el concreto).
-

- Cumpliendo con el correspondiente habilitado, se realizó el armado de la losa fondo del cajón de cimentación (2 parrillas, estas se armaran con varilla del No.4 (1/2") y debieron tener un espesor de 15cm en ambos sentidos).
- Se realizó una losa fondo para el candelero con varilla del No. 6 (3/4") y este contó con un espesor de 52cm ([ver planos anexos](#)).

#### 5. Armado de Contratraves.

- Se procedió a efectuar el armado de las contratraves del cajón de cimentación que tienen un ancho de 60, 80 y 85 cm, así como un peralte de 2.50m y una longitud variable, de acuerdo a los claros de la zapata. Las contratraves que se encuentran más cerca del candelero son las más anchas y las más lejanas del candelero son las más angostas.
- El acero principal es a base de varillas del No. 12 (1 ½") y No. 10 (1 ¼"), teniendo estribos y acero por temperatura, con varilla del No. 4 (1/2"). ([ver planos anexos](#)).
- Primero se realizó el armado de las contratraves transversales (el lado corto de la zapata), ya que este lado es el que recibe la mayor carga en todo el elemento. Y posteriormente se procedió a hacer el armado de las contratraves longitudinales.

#### 6. Armado de Candeleros.

- Simultáneamente al armado de las contratraves se procedió a efectuar el armado de los candeleros que son el soporte de los elementos prefabricados (columnas) y estos tienen una altura de 2.33 m. ([ver planos anexos](#))
- El armado de la losa inferior del candelero (parrilla superior e inferior), se realizó con una separación entre ambas de 45cm para dar un espesor total de 52cm una vez colada.
- Los candeleros están revestidos con estribos del No. 5 (5/8") y se dejaron disparos (preparaciones) de varillas para recibir la conexión zapata-columna.
- En el centro del candelero se dejó una placa de acero de 40X40cm y 1" de espesor, que sirvió para recibir el tornillo nivelador de la columna prefabricada y así cumplir con las tolerancias de niveles de rasante de proyecto.
- Para el armado se emplearon varillas que van desde el #4 hasta el #12
  - Para los estribos de las contratraves se ocuparon varillas del..... #4
  - Para la parrilla de la losa inferior y de la losa superior de la zapata se ocuparon varillas del..... #4
  - Para las varillas de temperatura de las contratraves se ocuparon del..... #4
  - Para los estribos que van en el candelero se ocuparon varillas del ..... #5
  - Para las varillas de temperatura del candelero se ocuparon del..... #6
  - Para la parrilla de la losa inferior del candelero se ocuparon varillas del ..... #8
  - Para el lecho superior de las contratraves secundarias se ocuparon varillas del..... # 10
  - Para el lecho inferior de las contratraves secundarias se ocuparon varillas del..... #12
  - Para el lecho superior e inferior de las contratraves primarias se ocuparon varillas del..... #12

### IV.5 CIMBRADO DE CONTRATRABES Y CANDELEROS.

La cimbra es el conjunto de obra falsa y molde temporal, que sirve para soportar y contener el concreto fresco para que este adquiera su forma preestablecida de un elemento dado (columnas, traves y losas), durante la fase de construcción. Este conjunto de elementos metálicos, de madera u otro material sirven de sostén a los moldes capaces de soportar las cargas producidas por las acciones del colado, el peso de los moldes y del concreto, y cargas accidentales que se pueden presentar durante el proceso de fraguado.

- Una vez revisada y autorizada la etapa de armado de acero de refuerzo, se colocó la cimbra común (triplay de madera de segunda, con un espesor de 19mm), en el perímetro de la zapata, así como el contorno de las Contratraves y Candeleros, incluyendo separadores y troqueles, como lo especifica el plano de proyecto, debiendo cumplir con el recubrimiento y dimensiones de los elementos que se colarán.
- A la superficie del triplay se le colocó desmoldante para que no se pegue al concreto a la hora de descimbrar.
- Como refuerzo a la cimbra se colocaron troqueles de madera para evitar el pandeo o deformación de la misma.
- Terminada la actividad, se procedió a la verificación de alineación, separación, recubrimientos y niveles tope de colado de la zapata.

## IV.6 COLADO DE CONTRATRABES Y LOSA TAPA.

El concreto es un material artificial de alta resistencia a los esfuerzos de compresión, de baja resistencia a los esfuerzos cortantes y de nula resistencia a los esfuerzos de tensión, para estos últimos esfuerzos se ahogan piezas de acero, formándose así el concreto reforzado.

El concreto es una mezcla heterogénea de agregados pétreos naturales (arena y grava) procesados o artificiales unidos íntimamente por una mezcla de agua, cemento Pórtland y adicionantes en su caso, en dosificaciones apropiadas, mezclados por medios mecánicos o manuales que al fraguar adquieren las características de resistencia previamente fijadas por el proyecto.

Las características que debe reunir el concreto antes del fraguado son: Consistencia, Fluidez y Manejabilidad.

- La Consistencia, es la propiedad que posee el concreto para permanecer reunido en forma homogénea, esta propiedad se puede medir por la prueba de revenimiento.
- La Fluidez, es la mayor o menor facilidad que presenta el concreto para deslizarse sobre una superficie.
- La Manejabilidad es la medida más común por la cual se juzga la calidad del concreto, es la resistencia a la compresión. Los principales factores que gobiernan la resistencia del concreto son: condiciones de curado, edad, características del cemento, cantidad de agua de mezclado, cantidad de cemento, características de los agregados y tiempo de mezclado.

### 1. Colado por etapas.

- La resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) será de acuerdo a lo especificado en proyecto igual a 300  $\text{kg/cm}^2$ , se requirió que la cantidad de concreto fuese la necesaria para cada elemento, por ningún motivo se suspendió el colado una vez que dio inicio.
- Todas las varillas de refuerzo se recubrían con los espesores de concreto señalados en los planos estructurales, previo al colado, se verificaba que el acero de refuerzo se encontrara libre de óxido suelto, lodo, aceite ó cualquier otra capa que redujera su adherencia.
- Se realizó el colado en dos etapas, la primera hasta el 80% de la altura de las Contratraves, aproximadamente a 2.00m, esto para posteriormente poder realizar el armado de la losa tapa (varilla del No. 4 a cada 15cm, en dos parrillas), que fue la tapa del cajón de cimentación. El armado de esta tapa se unió con el armado de las contratraves que quedaron libres (en un 20%). Una vez armada esta losa tapa también se efectuó el colado del mismo.
- En algunas celdas se dejó cimbra muerta para este elemento (las celdas menores a 60cm de ancho se les colocó cimbra muerta y a las celdas mayores a 60cm se les colocó un registro de 60 x 60cm para poder así recuperar la cimbra).
- El concreto que se utilizó en obra es premezclado y transportado en ollas de 7m<sup>3</sup> las cuales se recibían en el sitio de colado y se revisaba la hoja de remisión de concreto, verificando que cumpla con las especificaciones de concreto, indicadas en los planos autorizados.

- 
- Al concreto se le procedió a aplicar un aditivo fluidizante o fluidificante (Fester fluido), para hacerlo manejable y bombeable (que para este caso llego a ser hasta de 30m de distancia).
  - Cabe hacer mención que no se permitió el vaciado del concreto después de 90 minutos desde que se inicio el mezclado de este hasta la llegada a la obra. Así como después de 60 minutos de haber salido de la planta dosificadora.
  - El concreto se colocó en forma continua sin interrupciones, hasta terminar totalmente el colado del elemento estructural.
  - Una vez que se recibió la olla, se revisaron los siguientes parámetros indicados en especificaciones de proyecto: revenimiento de 10cm, temperatura min 16°C máx. 32°C, Peso volumétrico min. 2200 kg/m<sup>3</sup>, tamaño máximo de los agregados (TMA) era de 19mm (3/4") y se obtuvieron muestras (cilindros para compresión simples y probetas para determinar la contracción y modulo elástico). Estas muestras se tomaron en estado fresco, y las pruebas se realizaron de acuerdo a las normas y especificaciones de proyecto.
  - Para controlar la calidad del concreto se realizaron en planta el muestreo de los agregados: cemento y agua, para determinar sus propiedades y características; granulometría (para arena y grava) y cantidad de sales (para el agua).
  - Se efectuaron pruebas de calidad para ver que sus agregados tuvieran las características que marca la normatividad, entre las pruebas que se realizaron fueron:
    1. Análisis Físico-Químico del concreto hidráulico ([Anexo # 4](#)).
    2. Muestreo de concreto fresco para la determinación de la contracción por secado. ([Anexo # 5](#)).
    3. Modulo elástico ([Anexo # 6](#)).
    4. Resistencia a la compresión de cilindros de concreto ([Anexo # 7](#)).
    5. Determinación de la masa unitaria ([Anexo # 8](#)).
    6. Pruebas Físicas y Químicas del cemento ([Anexo # 9](#)).
    7. Análisis de calidad del agua para la elaboración del concreto ([Anexo # 10](#)).
    8. Análisis Físico de grava. ([Anexo # 11](#)).
    9. Análisis Físico de arena. ([Anexo # 12](#)).
  - El concreto no se dejó caer verticalmente con alturas mayores de 1.50 m, ni se permitió amontonarlo, para después extenderlo en los moldes, para evitar segregación. Se usaron canalones de descarga en caso de ser necesario, con la finalidad de evitar el golpeteo con el acero de refuerzo.
  - Mientras se colocó el concreto en el elemento, se realizó el vibrado del mismo, para asegurar un adecuado acomodo del concreto y obtener una masa totalmente sólida, este vibrado se realizó con los vibradores de diámetro adecuado y en los lugares apropiados (esquinas, alrededor de embebidos, bloques y zonas congestionadas).
  - La inserción del vibrador se hizo de manera vertical y espaciado 1.5 veces el radio de acción del vibrador en uso, cada inserción del vibrador duró el tiempo suficiente para consolidar el concreto pero sin causar segregación en el mismo (aproximadamente de 5 a 15 segundos).
  - El área de contacto entre concretos de diferentes edades (junta fría) debió presentar un acabado rugoso e inclinado a fin de contar con una mejor adherencia, se humedeció por un plazo de 24 hrs., previas al colado y se aplicó un aditivo para unir concretos de diferentes edades, además de colocarse cintas de Wáter-stop en cada lado.
- 2. Curado del concreto.**
- El concreto colado debió ser protegido contra condiciones climáticas adversas, previniendo la rápida evaporación debido a altas temperaturas, viento, ó ambas, y se controló con un método tal que asegure la no generación de grietas, fisuras, etc.
  - Una vez concluido el colado de cualquier etapa, se realizó el curado del concreto, mediante la aplicación de aditivos ó membranas utilizadas para curar el concreto. (adecon).
-



### 3. Descimbrado

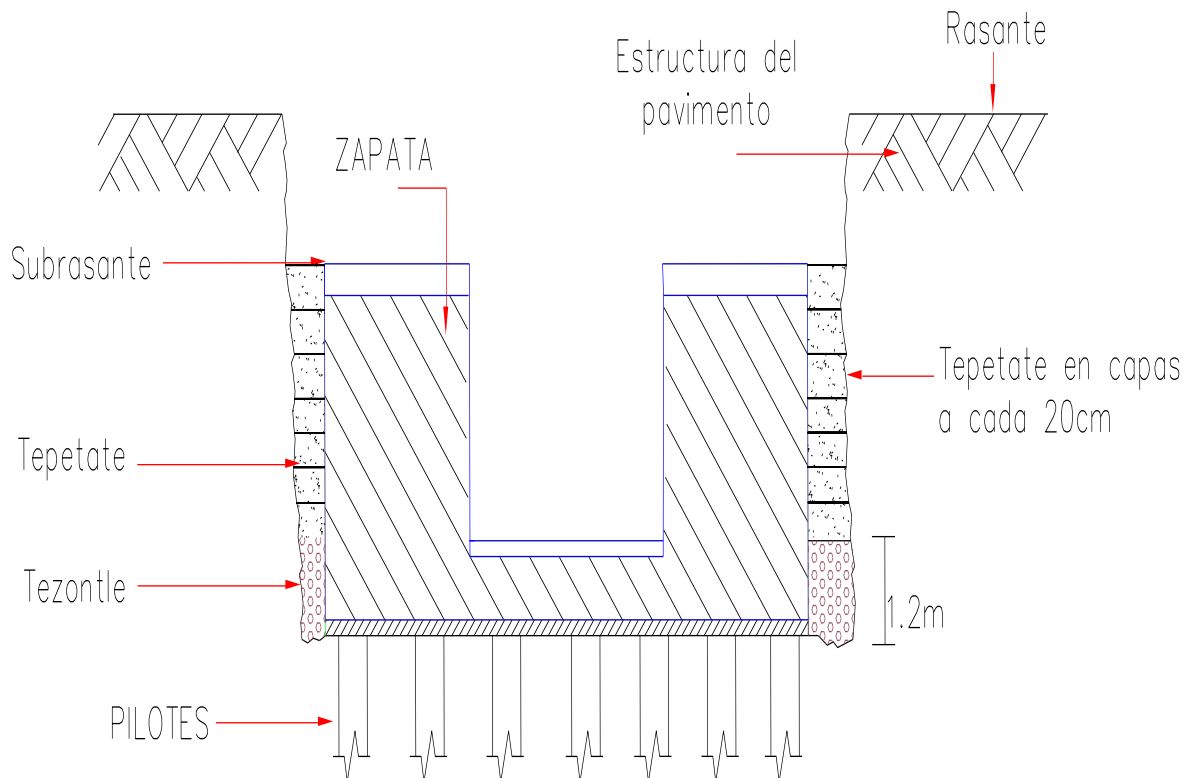
- Para el descimbrado del elemento colado se tuvo que contar con un mínimo de 24 hrs. Éste se llevará a cabo sin maltratar dicho elemento en su geometría.
- Una vez que se ha quitado toda la cimbra de la zapata se procedió a realizar el retiro del ademe metálico (vigas maderas y vigas verticales) y del ademe de madera (muro de contención).

## IV.7 RELLENOS.

Coladas y descimbradas la zapatas se rellenó la parte exterior (perímetro) de ésta con material de tezontle colocado por medio de vibración y material limo-arenoso (tepetate), compactado en capas de 20 cm de espesor (máximo) para obtener un valor relativo de soporte (VRS) de 20% (mínimo).

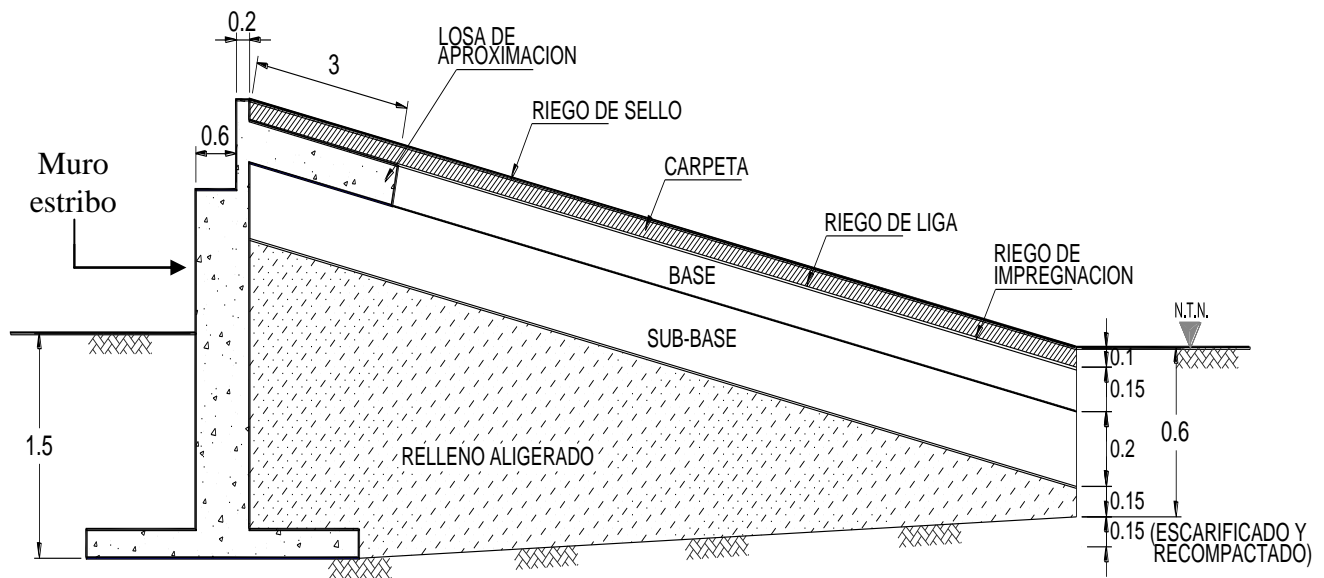
El relleno se realiza en dos etapas:

- La primera consistió en colocar en el perímetro de la zapata una capa de 1.20m de altura con tezontle acomodado al 90% de su peso volumétrico, con la finalidad de romper el nivel freático en la zona.
- La segunda consistió en colocar encima de la capa anterior una capa de tepetate compactado al 95% de su peso volumétrico máximo en capas de 20cm.
- El relleno de la excavación se realizó con la finalidad de dar estabilidad a la zapata.
- Todos los rellenos que se colocaron en la zona de obra y no tuvieron una función estructural ú ornamental, se colocaron y compactaron con las mismas características del párrafo anterior.



## IV.8 ESTRIBOS Y MUROS DE CONTENCIÓN.

Para el terraplén que salvará el desnivel entre los estribos del puente y el nivel de la vialidad existente se siguieron las siguientes especificaciones confinado mediante muros de contención, cumpliéndose los siguientes aspectos:



SECCION DE TERRAPLEN DE ACCESO

### 1. Trazo y Nivelación.

- Se inició éste procedimiento con la revisión de planos proyecto y/o especificaciones emitidas por la proyectista.
- Una vez que se tienen las especificaciones del proyecto, se continuó con el trazo y nivelación de la cimentación del muro estribo así como de los muros de contención, como se indica en las especificaciones de proyecto autorizado.

### 2. Excavación.

- Se efectuó la excavación en toda el área que ocupa el terraplén como lo establece la especificación de la proyectista, considerándose la sobrexcautación correspondiente.
- La excavación de este elemento se realizó en una sola etapa, mediante equipo ligero y personal de obra.
- Durante la etapa de excavación y colocación del terraplén aligerado se contó en obra con un bombeo de achique que fuese capaz de resolver cualquier eventualidad posible.

### 3. Plantilla de Concreto.

- Se colocó una plantilla a base de concreto pobre ( $f'c = 100\text{kg/cm}^2$ ) de 5cm de espesor sobre la superficie escarificada y compactada que cubría únicamente el área de la cimentación.
- Se solicitó a la supervisión externa la verificación de la geometría y nivel de desplante de la zapata del muro estribo.

### 4. Descabece de Pilotes.

- Para realizar la conexión entre la cimentación profunda y la superficial, se realizó la demolición o descabece de los pilotes en una longitud de acuerdo a la posición de cada uno, atendiendo a la profundidad de desplante de la zapata de cimentación. La longitud mínima de descabece fue de 80cm.
- La demolición se realizó mediante martillos rompedores, cuñas o alguna herramienta similar.

---

**5. Habilitado de Acero de Refuerzo para: Zapata del Muro Estribo, Muro Estribo y Muros de Contención.**

- Se procedió a realizar el habilitado conforme al proyecto estructural del muro estribo y los muros de contención.
- Se realizó el habilitado y manejo del acero de refuerzo, en función del plano de despiece elaborado por la contratista ([ver planos anexos](#)), en donde se especifican los diámetros, longitudes, cortes, dobleces, escuadras, traslapes, etc.
- Las varillas que se ocuparon correspondían a las clases, diámetro y número indicados en planos autorizados.

**6. Armado de: Zapata del Muro Estribo, Muro Estribo y Muros de Contención.**

- El armado de la cimentación del muro estribo esta conformada con varillas del No. 8 y 4, tiene una dimensión aproximada de 8.50x2.60m, con una altura de 1.00m.
- El muro estribo se armó con varilla del No.4 (1/2”), y este tiene un espesor aproximado en promedio de 80cm a 1.00m y la altura varia en función de los planos geométricos emitidos por la proyectista. ([ver planos anexos](#)).

**7. Colocación de Accesorios.**

- La topografía nos indico las coordenadas para la colocación de los pernos y los apoyos de neopreno (tipo encapsulados), de acuerdo a los planos geométricos.

**8. Colocación de Cimbra.**

- Una vez revisada y autorizada la etapa de armado de acero de refuerzo, se coloco la cimbra aparente (madera), en el perímetro de los muros de contención, así como el contorno de la cimentación, debiendo incluir separadores y troqueles, como lo especifica el plano de proyecto, debiendo cumplir con el recubrimiento y dimensiones de los elementos que se colarán.
- Terminada la actividad, se procedió a realizar la verificación de la alineación, separación, recubrimientos, aplicación de desmoldante, troqueles y niveles tope de colado de la zapata.

**9. Colado por etapas.**

- Se realizó el colado en varias etapas, en la primera se coló la cimentación del estribo, después el muro estribo hasta el 90% de la altura del mismo dejando la preparación para la losa de aproximación correspondiente; por último se colaron los muros de contención respetando las especificaciones de concreto antes, durante y ejecutado el procedimiento.

**10. Descimbrado**

- Para el descimbrado del elemento colado, se tuvo que contar con un mínimo de 24 hrs. Éste se llevó a cabo sin maltratar dicho elemento en su geometría.

**11. Curado del concreto.**

- El concreto colado debió ser protegido contra condiciones climáticas adversas, previniendo la rápida evaporación debido a altas temperaturas, viento, ó ambas, y se controlará con un método tal que asegure la no generación de grietas, fisuras, etc.
- Una vez concluido el colado de cualquier etapa, se realizó el curado del concreto, mediante la aplicación de aditivos ó membranas utilizadas para curar el concreto. (adecon).

**12. Relleno para formar el terraplén.**

- En ésta actividad se colocó el relleno aligerado a base de tezontle en greña en capas de 50cm, debiéndose acomodar al 95% (mínimo) de su densidad relativa (Dr), así mismo se verificó un valor relativo de soporte de 20% (mínimo). Este acomodo se realizó con rodillo vibratorio ligero, en todo el ancho del terraplén y hasta el nivel de desplante de la capa sub-base de pavimento, dónde se tomaron en cuenta las siguientes características:
-

- El material (tezontle) no debió contener más del 30% de fragmentos mayores a 4" y no más del 5% de fragmentos de 8", la selección de materiales será cribado en banco, o bien mediante pepena en sitio, sin contener partículas plásticas.
- Se verificaron los niveles y pendientes de proyecto a fin de mantenerse constante el espesor del terraplén.

### **13. Colocación de la Sub-Base**

- Sobre el terraplén aligerado se formó la capa sub-base la cual tiene un espesor de 20cm y su función es la de soportar los esfuerzos que le transmite la base y distribuirlos a nuestro terreno aligerado en tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales
- El tamaño máximo de los agregados que se ocuparon para la sub-base fueron de 1 $\frac{1}{2}$ "
- La sub-base tuvo como máximo un contenido de finos del 20%
- Se contó con una compactación mínima del 95% de su P.V.S.M. y se realizó este procedimiento con equipo vibratorio.
- La supervisión externa verifico que este correctamente el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado.

### **14. Colocación de la Base.**

- Sobre la capa de la sub-base se formó la capa de la base la cual tiene un espesor de 15cm y su función es la de soportar los esfuerzos que le transmite la carpeta asfáltica y distribuir esos esfuerzos a la sub-base en tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales.
- El tamaño máximo de los agregados que se ocupó para la sub-base fue de 1 $\frac{1}{2}$ "
- La sub-base tuvo como máximo un contenido de finos del 10%
- Se contó con una compactación del 100% de su P.V.S.M. y se realizó este procedimiento con equipo vibratorio.
- La supervisión externa verifico que este correctamente el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado.

### **15. Losa de aproximación.**

- El objetivo de esta losa es la transición entre las terracerías del terraplén del muro de contención y los elementos prefabricados (que para este caso es la trabe).
  - La resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) será de acuerdo a lo especificado en proyecto igual a 300 kg/cm<sup>2</sup>.
  - Esta losa de aproximación mide 3m de longitud por 15cm de espesor en todo el ancho de la vialidad.
  - El armado de la losa de aproximación esta conformada con varillas del No. 5 en dos parrillas con una separación a cada 30cm.
-

# CAPITULO V.

Superestructura.

## V.1 TIPOS DE ELEMENTOS PREFABRICADOS EMPLEADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DISTRIBUIDOR VIAL PERIFÉRICO-MUYUGUARDA.

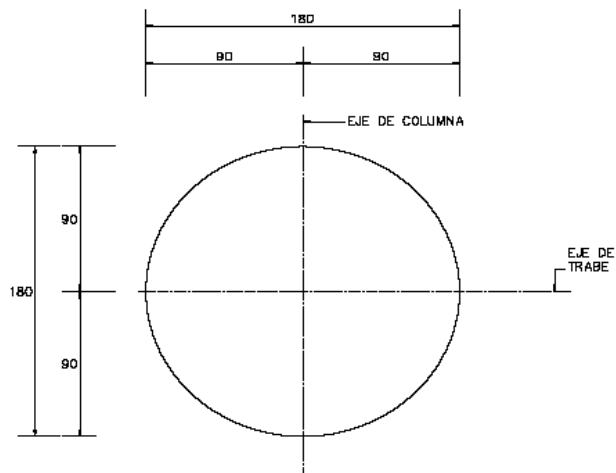
La superestructura del Distribuidor Vial, esta compuesta por las siguientes partes, que para optimizar tiempos y recursos se fabricaron en la planta de prefabricados de la empresa contratista y consta de:

- Columnas circulares de 180 cm de diámetro.
- Columnas oblongas de 180cm x 240cm.
- Columnas oblongas de 180cm x 320cm.
- Trabe TA apoyada sobre dos columnas
- Trabe TC apoyada en cada extremo por una trabe TA ó TCA.
- Trabe TCA apoyada sobre columna y trabe TA.

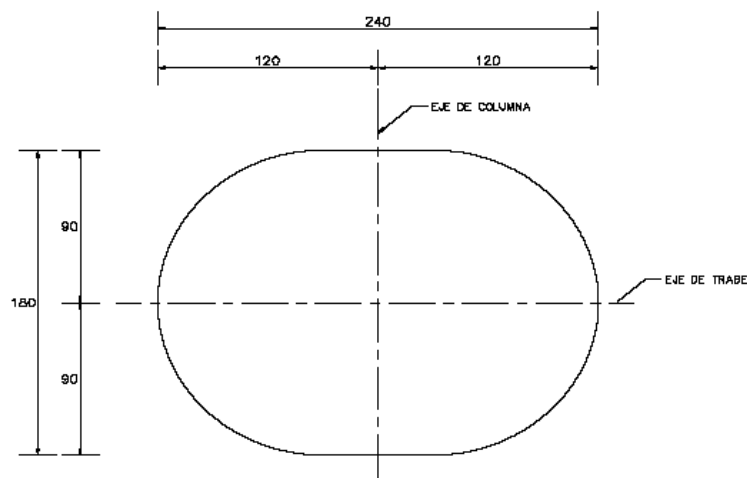
### V.1.1 COLUMNAS CIRCULARES Y OBLONGAS.

Los tres tipos columnas que se usaron fueron: columnas circulares de 1.80m de diámetro, columnas oblongas de 1.80m x 2.40m y columnas oblongas de 1.80m x 3.20m.

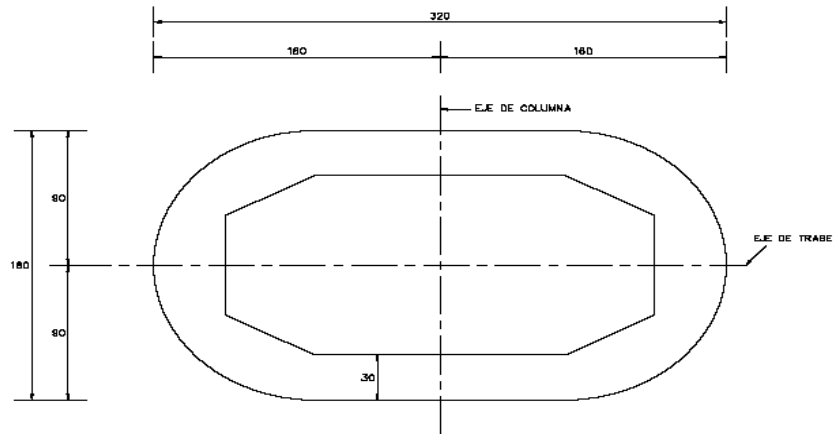
#### 1. Columnas circulares de 180 cm de diámetro.



#### 2. Columnas oblongas de 180 cm x 240 cm.



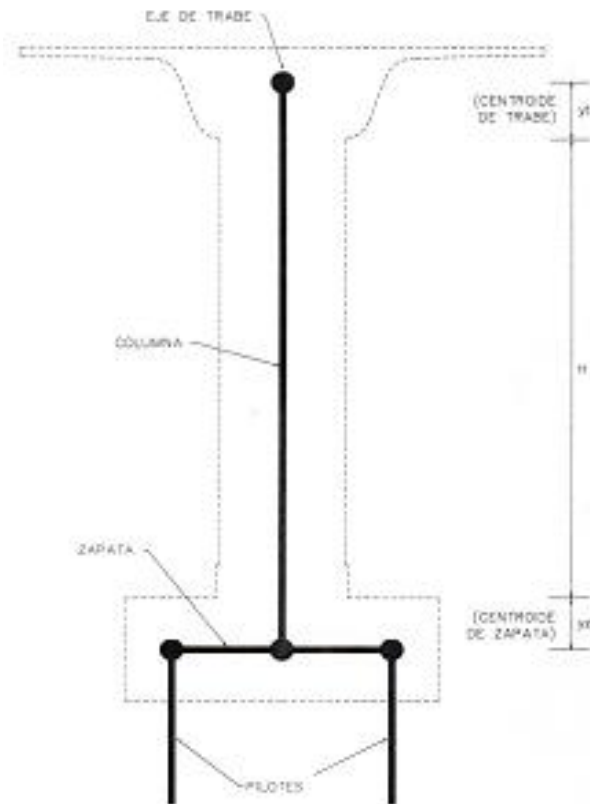
### 3. Columnas oblongas de 180 cm x 320 cm.



Debe notarse que para modelar la columna, a la longitud  $H$  definida entre el paño superior de la zapata y el paño inferior de la trabe, debe sumarse la longitud correspondiente a la ubicación del centroide de la zapata y el centroide de la trabe. De esta forma, la longitud total de la columna es:

$$L = H + y_t + y_z$$

Las longitudes correspondientes a la ubicación de los centroides de la trabe y la zapata se consideran como zonas rígidas de la columna.



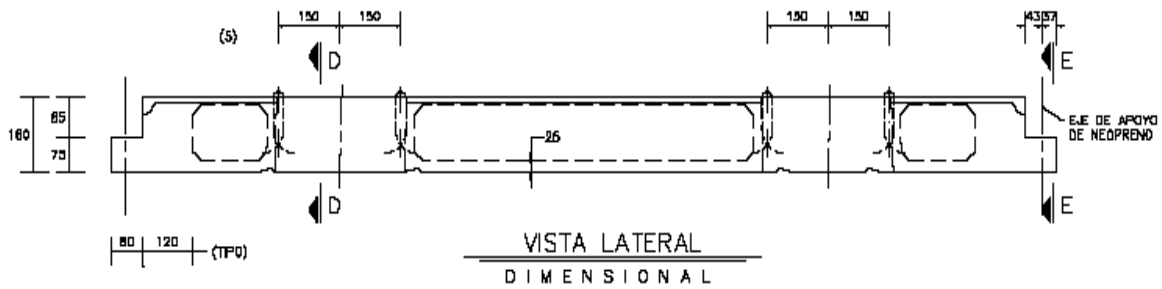
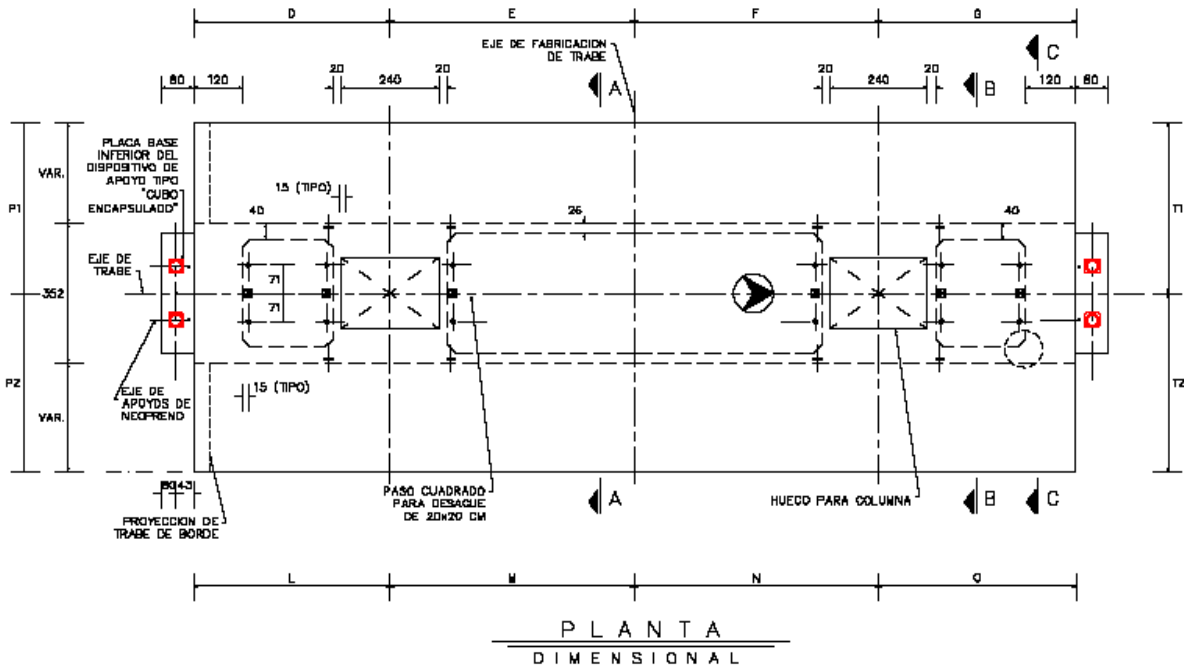
ESTRUCTURA IDEALIZADA



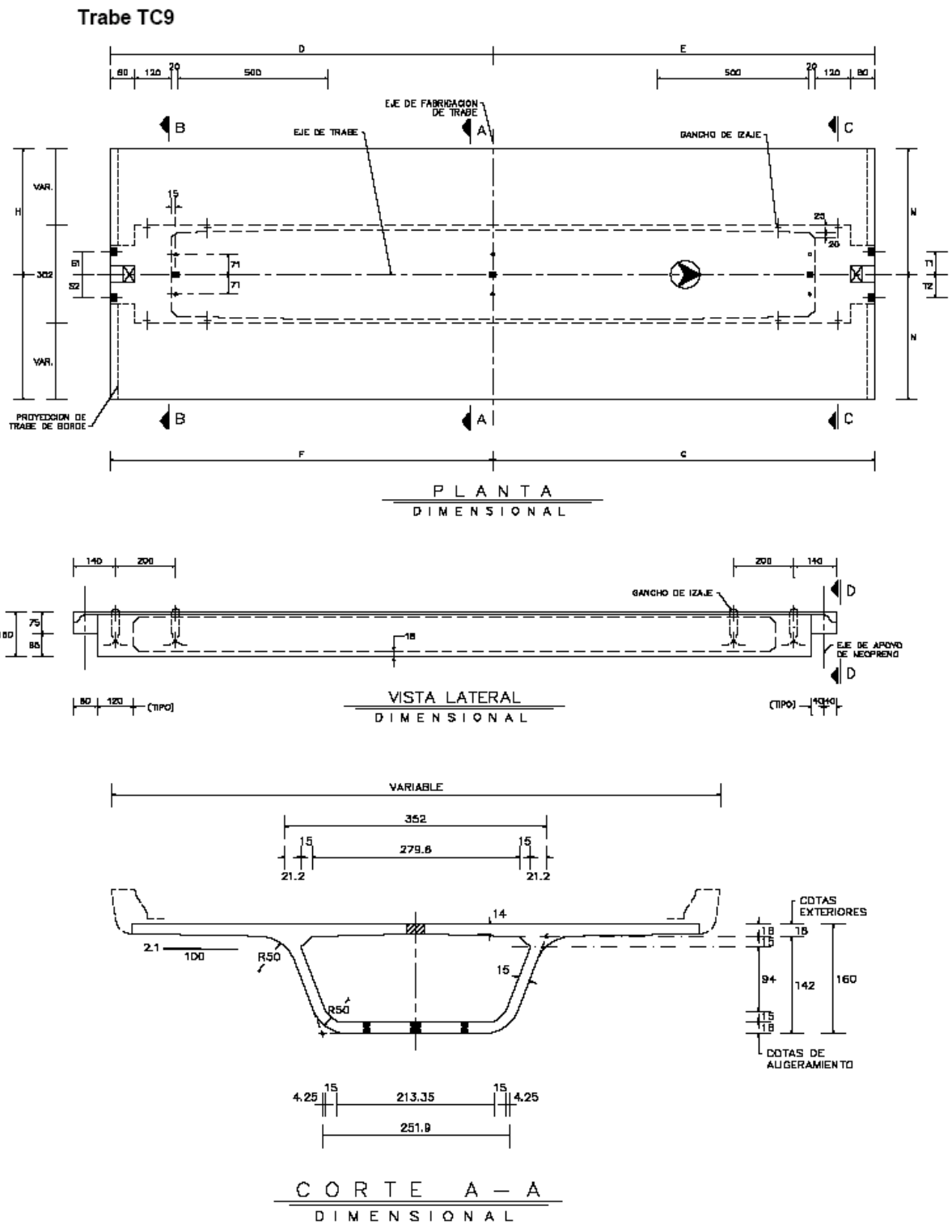
V.1.2 TRABES TIPO 6 y 9 (TA, TCA y TC).

Los seis tipos de traves fueron: Traves TA9, TCA9, TC9, TA6, TCA6 y TC6.

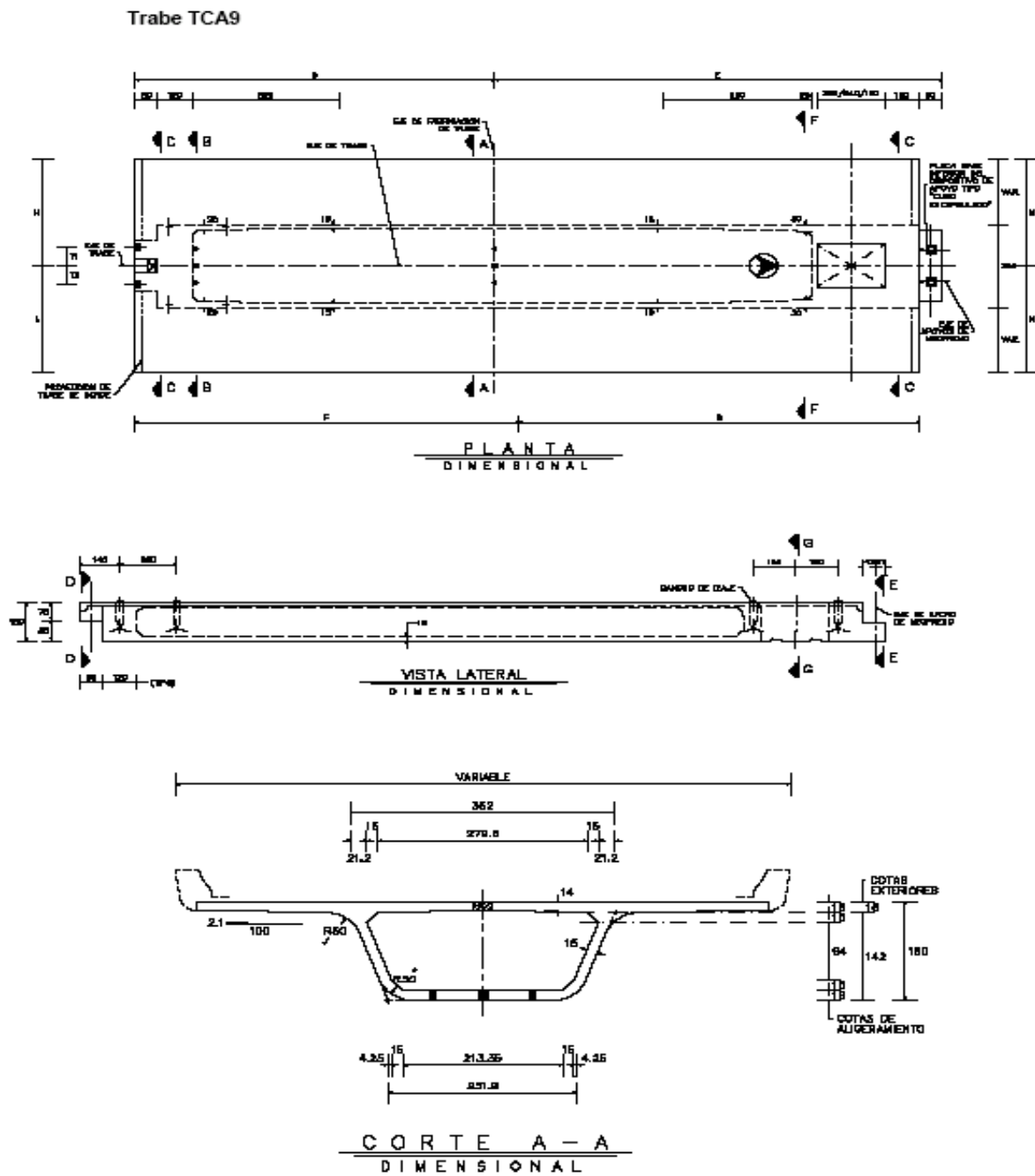
1. **Trabe TA9.** Tiene la característica de tener un ancho amplio pero su longitud es corta, estará apoyada sobre dos columnas respectivamente. Su geometría se representa a continuación:



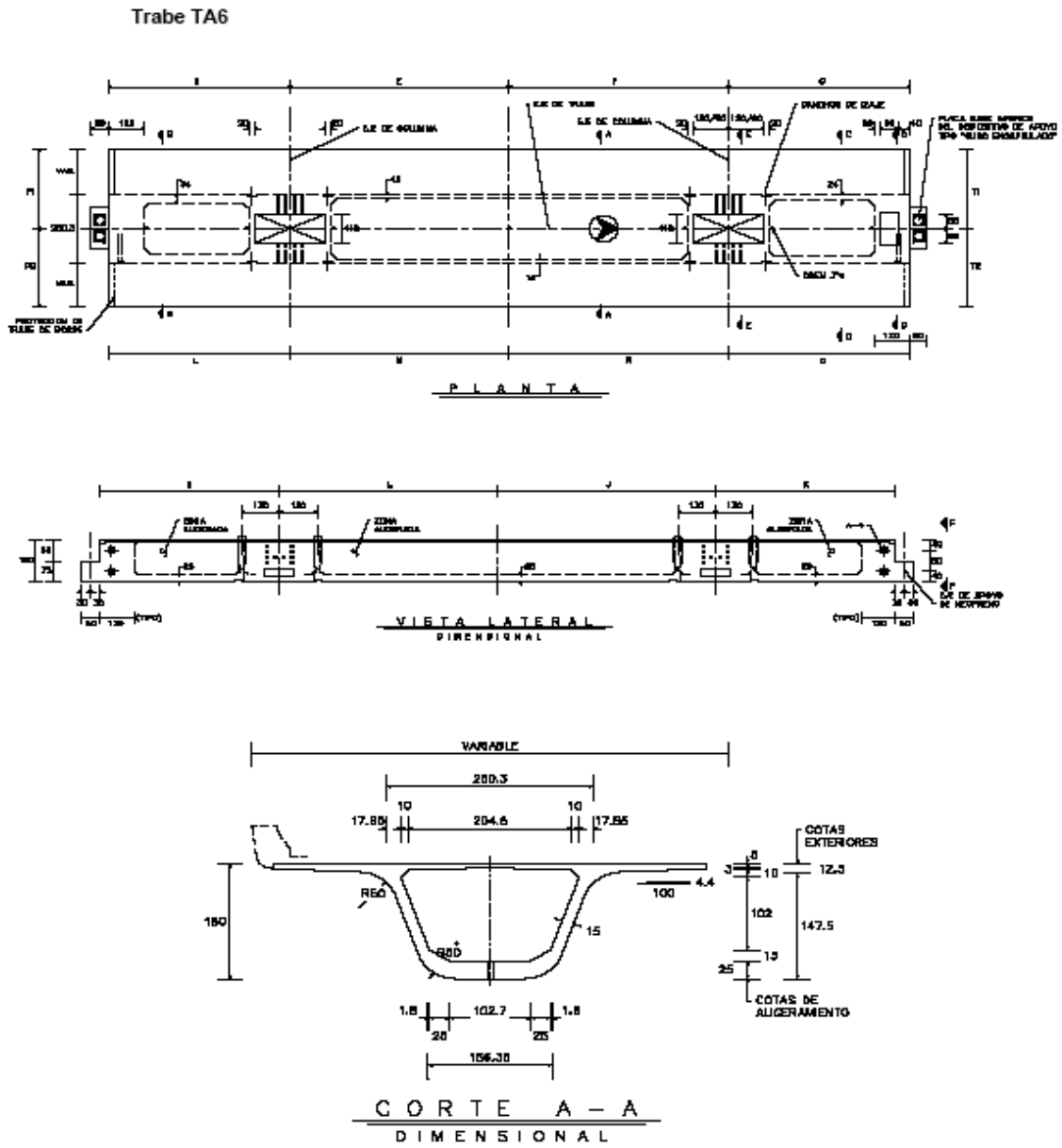
2. **Trabe TC9.** Tiene la característica de tener un ancho amplio pero su longitud es corta, estará apoyada en cada extremo de una trabe TA ó TCA, su geometría se representa a continuación:



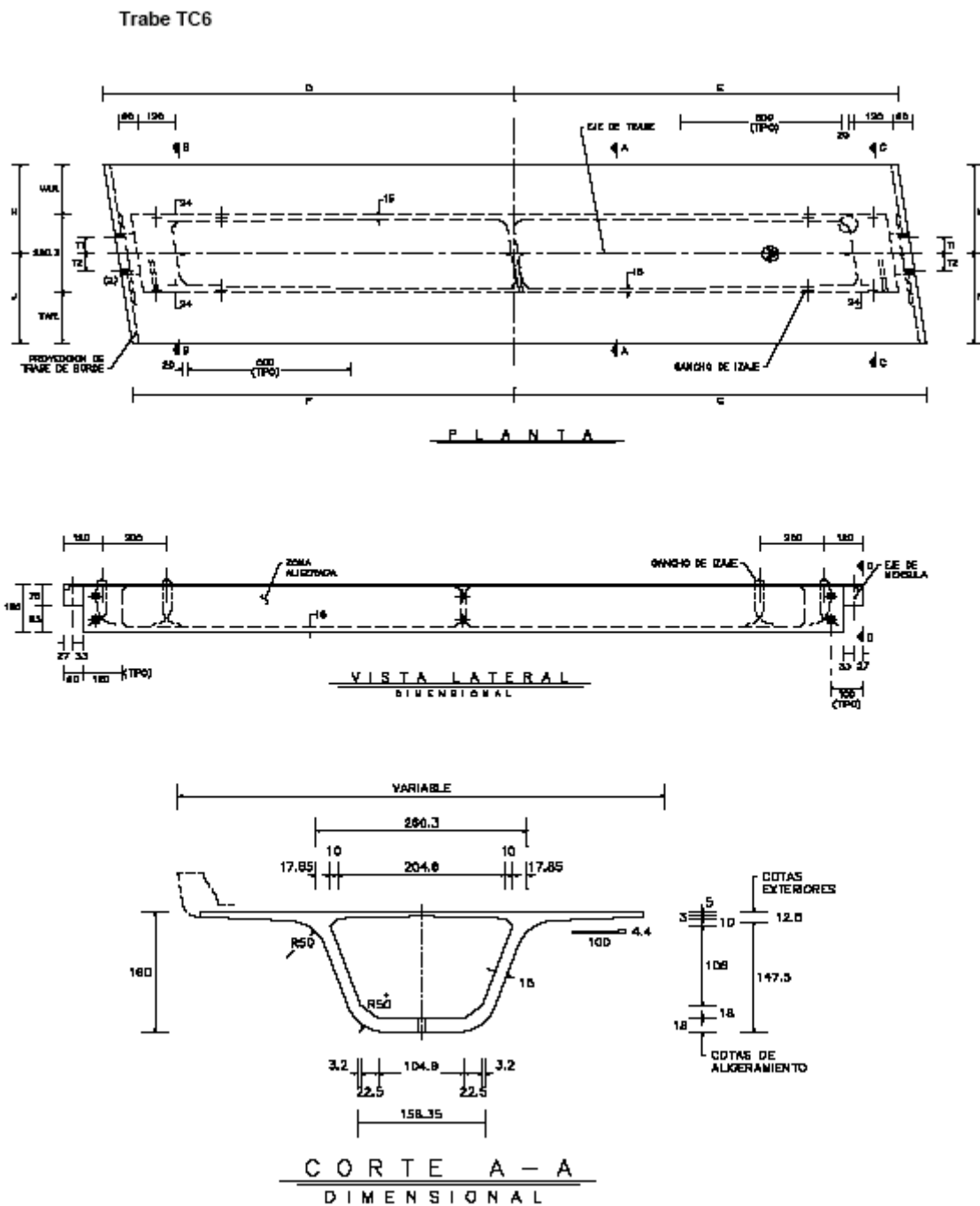
3. **Trabe TCA9.** Tiene la característica de tener un ancho amplio pero su longitud es corta, estará apoyada sobre una columna y una trabe TA, su geometría se representa a continuación:



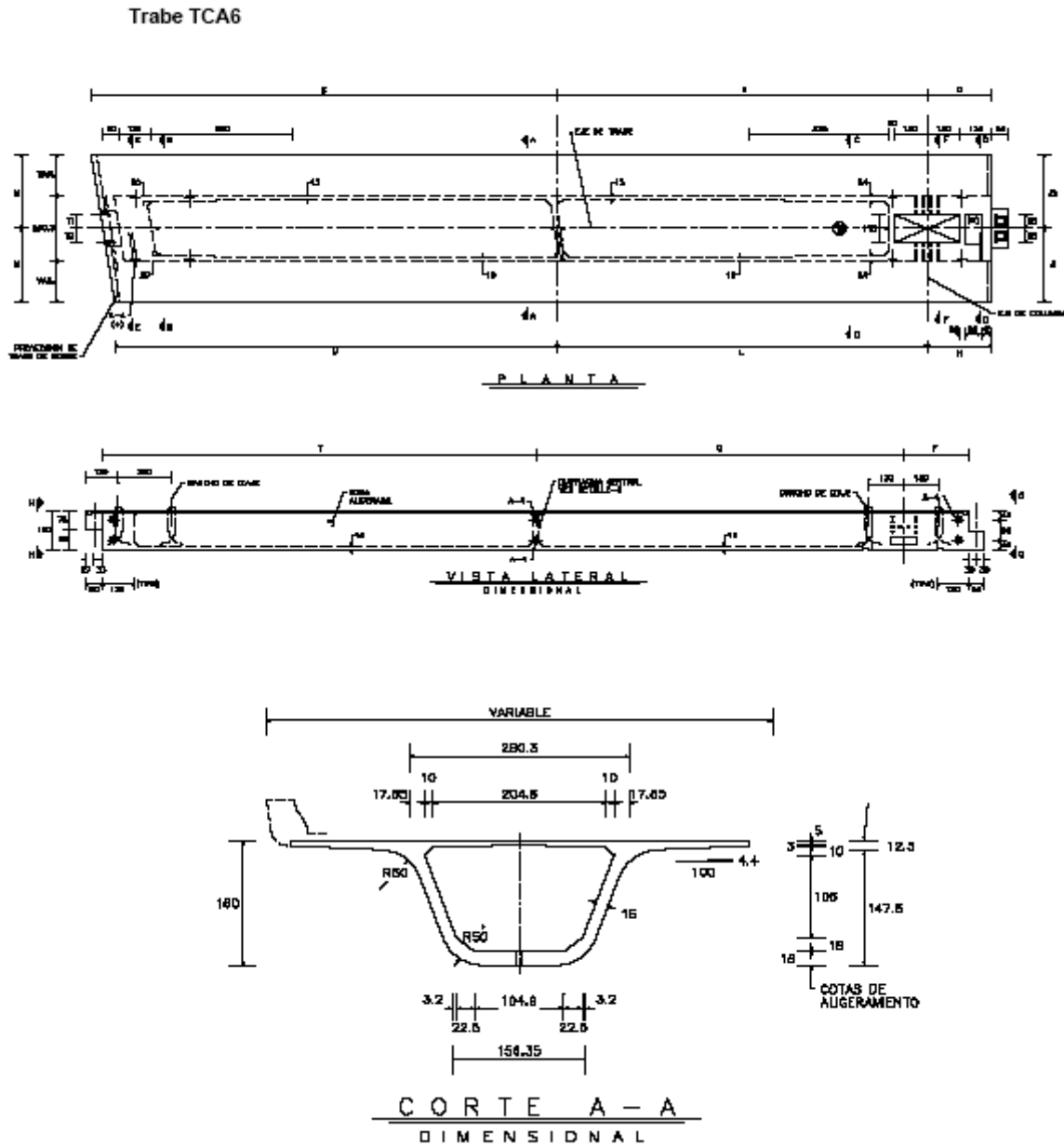
4. **Trabe TA6.** Tiene la característica de tener un ancho reducido pero su longitud es amplia, estará apoyada sobre dos columnas, su geometría se representa a continuación:



5. **Trabe TC6.** Tiene la característica de tener un ancho reducido pero su longitud es amplia, estará apoyada en cada extremo por una trabe TA ó TCA, su geometría se representa a continuación:



6. **Trabe TCA6.** Tiene la característica de tener un ancho reducido pero su longitud es amplia, estará apoyada sobre una columna y una trabe TA, su geometría se representa a continuación:



### V.1.3 Apoyos Fijos.

Apoyo Fijo. Es aquel que corresponde a una trabe simplemente apoyada, lo que significa que no hay momentos flexionantes en los apoyos, si hay fuerza cortante y NO hay desplazamiento axial relativo entre las trabes.

### V.1.4 Apoyos Móviles.

Apoyo Móvil. Es aquel que corresponde a una trabe simplemente apoyada, lo que significa que no hay momentos flexionantes en los apoyos, si hay fuerza cortante y SI hay desplazamiento axial relativo entre las trabes.

## V.2 FABRICACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.

Los elementos prefabricados de concreto son elementos estructurales que se fabrican en un lugar distinto al que tendrán en la estructura terminada; con el objeto principal de agilizar la ejecución de los trabajos o cumplir con funciones estructurales determinadas.

El fabricante de los prefabricados de concreto (La contratista ITISA) facilitó a la dependencia del Gobierno del Distrito Federal el acceso a la planta para verificar el correcto proceso de fabricación, los muestreos y pruebas correspondientes. La contratista para la fabricación de estos elementos contó con el espacio suficiente para las maniobras de curado y almacenaje de los elementos precolados.

### V.2.1 FABRICACIÓN DE COLUMNAS CIRCULARES Y OBLONGAS.

#### 1. Revisión de Planos y Especificaciones.

- Todos los detalles del refuerzo, conexiones, asientos de apoyo, anclajes, recubrimientos de concreto, aberturas y tolerancias para la fabricación de los elementos prefabricados fueron los establecidos por proyecto.
- Se iniciará éste procedimiento con la revisión de planos, proyecto y/o especificaciones emitidas por la proyectista ([ver planos anexos](#)), una vez que se tienen las especificaciones del proyecto.
- Los planos de taller fueron recibidos y revisados por el Jefe de Producción. Se trabajó con la última versión de los mismos anulándose las anteriores.
- Al inicio de éste proceso, se realizó la limpieza de la superficie del molde y los bordes con una espátula, retirando el concreto, barriéndolo y retirándolo del lugar.

#### 2. Trazo y Nivelación.

- Se realizó el trazo de acuerdo a los planos autorizados por el proyectista, teniéndose en cuenta los siguientes aspectos: Ganchos de izajes, las ménsulas, la colocación exacta de los disparos y los torones, la colocación de accesorios, etc.
- Se aplicó un desmoldante a toda la superficie del molde, con un aspersor, un rodillo o equivalente, previendo no dejar charcos del desmoldante.

#### 3. Habilidad de estribos y varillas.

- El acero de refuerzo empleado tiene un  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- Las varillas con diámetros del No. 8 en adelante y longitudes mayores a 12m que requieran éstos elementos, se bulbearon. De éstas se realizaron las pruebas de inspección por medio de radiografías al 3% y pruebas destructivas de tensión al 2%, de acuerdo a las longitudes requeridas por los elementos.
- Se procedió a realizar el habilitado conforme al proyecto estructural. ([ver planos anexos](#)).
- Se realizó el habilitado y manejo del acero de refuerzo, en función del plano de despiece elaborado por la contratista, en donde se especifican los diámetros, longitudes, cortes, dobleces, escuadras, traslapes, etc., las varillas deberán corresponder a las clases, diámetro y número indicados en planos autorizados.



---

#### 4. Colocación de Accesorios.

- Los accesorios se fabricaron de acuerdo a los planos de taller emitidos por la contratista, ([ver planos anexos](#)) respetando las especificaciones tanto de diámetros de varilla, placas y soldadura.
- Se verificó la colocación de los mismos, (ductos de paso de varillas de conexión, casquillo con rosca interna para tornillo nivelador, ganchos de izaje, disparos y en el caso que se requieran mensulas.)

#### 5. Armado de Acero de Refuerzo.

- Se realizó la colocación del armado por medio de una torre grúa en el molde, teniendo cuidado de su colocación ya que es importante mantener los recubrimientos, ya que esta actividad se realizó fuera del molde para facilitar el procedimiento.

#### 6. Corte y enhebrado de torones.

- Se realizó el corte de los torones a la longitud requerida y se colocaron según la posición que marcan los planos de acuerdo al plano estructural autorizado ([ver planos anexos](#)).
- Se enhebraron los Torones de acuerdo a la distribución del presfuerzo y se sujetaron con las mordazas cuidando de que no se produzcan cruces en los mismos.

#### 7. Tensado.

- El acero de presfuerzo longitudinal (torón) utilizado cuenta un  $f_{pu} = 19000 \text{ kg/cm}^2$  y un diámetro de  $\frac{1}{2}$ " teniendo un área de  $0.98\text{cm}^2$ .
- El tensado se realizó aplicando la carga requerida de diseño a cada uno de los torones ( $13,304 \text{ kg c/u}$ ) por separado, según la información de los planos. Los resultados se registraban en el formato.

#### 8. Colocación del concreto

- Se sellaron las tapas y tacones para evitar la fuga de lechada en el momento de realizar el colado.
- Antes de realizar la colocación del concreto, se verificaron y registraron: las dimensiones, colocación de accesorios, tapas y tensado.
- La resistencia a la compresión del concreto ( $f'_c$ ) es de acuerdo a lo especificado en proyecto igual a  $450 \text{ kg/cm}^2$ , se requiere que la cantidad de concreto sea la necesaria para cada elemento, por ningún motivo se suspendió el colado una vez que dio inicio.
- El suministro fue en forma continua para evitar juntas frías, realizando el vibrado correspondiente garantizando que se tenga el mejor acomodo posible de la mezcla y tener el acabado aparente marcado en la especificación de proyecto.
- Las piezas no se movieron de su lugar de colado, hasta que adquirieron la resistencia necesaria para su manejo con el fin de evitar grietas, fracturas.
- Para todas las superficies de los elementos se verifico que estas queden lisas, continuas y exentas de salientes, oquedades o rugosidades. En el caso de ser aparentes se reviso que contaran con el acabado requerido en proyecto.

#### 9. Curado del concreto a vapor.

- Se cubrió con lonas toda la superficie del molde para garantizar el curado adecuado evitando que las mismas hagan contacto con el concreto.
- La aplicación del vapor se inició transcurrido 2 horas después del término de la colocación del concreto, siendo importante cumplir con el régimen establecido en la especificación correspondiente.
- Se realizó el desenlonado transcurridas dos horas después de detener el suministro de vapor.
- Se procedió a efectuar el retiro de tapas y botes cuidando no dañar las aristas del concreto.

#### 10. Desmoldeo.

- Se extrajo el elemento del molde cuidando no dañar las aristas del concreto.
-

### 11. Identificación y Almacenamiento.

- Se identificaron los elementos una vez liberadas por parte de la supervisión, para almacenaje de la pieza en planta. Cuando se presentó algún detalle relacionado con el acabado del elemento se dio el tratamiento correspondiente.

## V.2.2 FABRICACIÓN DE TRABES TIPO 6 y 9 (TA, TCA y TC).

Para la fabricación de las trabes prefabricadas se realizaron los siguientes pasos:

### 1. Limpieza de moldes. Revisión de Planos y Especificaciones.

- Se inició éste procedimiento con la revisión de los planos de proyecto y/o especificaciones emitidas por la proyectista ([ver planos anexos](#)), una vez que se tienen las especificaciones del proyecto.
- Los planos de taller fueron recibidos y revisados por el Jefe de Producción. Se trabajó con la última versión de los mismos anulándose las anteriores.
- Al inicio de éste proceso, se realizó la limpieza de la superficie del molde y los bordes con una espátula, retirando el concreto, barriéndolo y retirándolo del lugar.

### 2. Trazo y Nivelación.

- Se realizó el trazo de acuerdo a los planos autorizados por el proyectista ([ver planos anexos](#)), teniéndose en cuenta los siguientes aspectos: Ganchos de izaje, Trazo de lengüetas, ménsulas, trazo de colocación de accesorios, etc.
- Se aplicó un desmoldante a toda la superficie del molde, con un aspersor, un rodillo o equivalente.

### 3. Colocación de tapas en cabezas, botes y tacones.

- Se colocaron las tapas en los extremos de cada elemento respetando los trazos antes descritos. En el caso de ménsulas colocadas en segunda etapa, se verificó la posición de las placas para ménsula.

### 4. Habilitado de estribos y varillas.

- El acero de refuerzo empleado cuenta con un  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- Las varillas con diámetros del No. 8 en adelante y longitudes mayores a 12m que requieran éstos elementos se bulbearon, de éstas se realizaron las pruebas de inspección por medio de radiografías al 3% y pruebas destructivas de tensión al 2%, de acuerdo a las longitudes requeridas por los elementos.
- Se procedió a realizar el habilitado conforme al proyecto estructural.
- Se realizó el habilitado y manejo del acero de refuerzo, en función del plano de despiece elaborado por la contratista, en donde se especifican los diámetros, longitudes, cortes, dobleces, escuadras, traslapes, etc. ([ver planos anexos](#)), las varillas correspondieron a las clases, diámetro y número indicados en planos autorizados.

### 5. Colocación de Accesorios.

- Los accesorios se fabricaron de acuerdo a los planos de taller emitidos por la contratista ([ver planos anexos](#)), respetando las especificaciones tanto de diámetros de varilla, placas y soldadura.
- Se verificó la colocación de los mismos, (ganchos de izaje, placas base inferior y superior, ductos engargolados, neoprenos, pernos, cajillos, drenes para drenaje, etc.)

### 6. Armado de Acero de Refuerzo.

- Se realizó la colocación del armado por medio de una torre grúa en el molde, teniendo cuidado de su colocación ya que es importante mantener los recubrimientos, ya que este proceso se realizó fuera del molde para facilitar el procedimiento.

---

**7. Colocación de Silletas y Aligerante.**

- Una vez introducido el armado se colocaron silletas de varilla en los costados y en la base del molde para cumplir con los espesores indicados en los planos autorizados.
- Una vez que se terminaron de colocar las silletas se inició la introducción de los aligerantes metálicos, los cuáles se encuentran flejados para poder facilitar su introducción al armado mediante una grúa. Estos aligerantes fueron colocados hasta las dimensiones solicitadas, esto es; se dejó la zona maciza de cada una de las piezas, los aligerantes fueron impregnados de desmoldante para facilitar su descimbrado.

**8. Enhebrado de Torones.**

- Los torones se enhebraron de acuerdo a la distribución del presfuerzo que se encuentra en los planos autorizados por la proyectista ([ver planos anexos](#)).

**9. Tensado.**

- El acero de presfuerzo longitudinal (torón) utilizado tiene un  $f_{pu} = 19000 \text{ kg/cm}^2$  y un diámetro de  $\frac{1}{2}$ " teniendo un área de  $0.98 \text{ cm}^2$  y el transversal un diámetro de  $\frac{3}{8}$ " con un área de  $0.55 \text{ cm}^2$ .
- El tensado se hizo usando un gato hidráulico y se realizó uno por uno, aplicando la carga de 13,304 kg por torón de  $\frac{1}{2}$ " y de 7,315 kg c/u por torón de  $\frac{3}{8}$ ", llevando un registro de cada uno de los torones tensados.

**10. Armado de Acero de Refuerzo en Aleros.**

- Se colocó desmoldante en los aleros.
- Se realizó el armado de la losa superior, colocando las varillas longitudinales y transversales.

**11. Colocación de Cimbra para Registros.**

- En la losa superior, se realizaron recortes en las zonas de los registros para extracción de la cimbra metálica.
- En estos registros se colocó la preparación del acero adicional para poder sellar esos pasos, después de recuperar la cimbra.

**12. Sellado de Tapas y Tacones.**

- Se sellaron las tapas y tacones para evitar la fuga de lechada en el momento de realizar el colado.

**13. Colocación del concreto**

- Antes de realizar la colocación del concreto, se verificaron y registraron: las dimensiones, colocación de accesorios, tapas y tensado.
- La resistencia a la compresión del concreto ( $f'_c$ ) es de acuerdo a lo especificado en proyecto igual a  $450 \text{ kg/cm}^2$ , se requirió que la cantidad de concreto utilizada fuera la necesaria para cada elemento para que por ningún motivo se suspendiera el colado una vez que dio inicio.
- El suministro se efectuó en forma continua para evitar juntas frías, realizando el vibrado correspondiente garantizando que se tenga el mejor acomodo posible de la mezcla y tener el acabado aparente marcado en la especificación de proyecto.

**14. Curado del concreto a vapor.**

- Se cubrió con lonas toda la superficie del molde para garantizar el curado adecuado evitando que las mismas hagan contacto con el concreto.
  - La aplicación del vapor se inició transcurrido 2 horas después del término de la colocación del concreto, siendo importante cumplir con el régimen establecido en la especificación correspondiente.
  - Se realizó el desenlonado transcurridas 2 horas después de detener el suministro de vapor.
  - Se efectuó el retiro de las tapas y botes con cuidado para no dañar las aristas del concreto.
-

**15. Liberación del Presfuerzo.**

- Para la aplicación del presfuerzo se inició el corte del torón en los extremos y alternados los cortes de los torones, de tal forma que se garantice el presfuerzo de la mejor forma a la pieza.
- Se realizó con la autorización del Laboratorio de Control de Calidad a partir de la obtención de la transferencia inicial establecida en los planos autorizados por la proyectista ([ver planos anexos](#)).

**16. Desmoldeo.**

- Se extrajo el elemento del molde cuidando no dañar las aristas del concreto.

**17. Identificación y Almacenamiento.**

- Se identificaron los elementos una vez liberadas por parte de la supervisión, para almacenaje de la pieza en planta. Cuando se presentaba algún detalle relacionado con el acabado del elemento se dio el tratamiento correspondiente.

**V.3 TRANSPORTE Y VERIFICACIÓN DE COLUMNAS.****1. Transporte del elemento prefabricado.**

- Para efectuar el transporte de las columnas, dadas las dimensiones tan grandes que estas llegan alcanzar se tuvo que efectuar un estudio de selección de rutas (calles, avenidas, puentes, distribuidores, ejes, carreteras, etc.) para el transporte de los elementos prefabricados que van desde la planta de fabricación hasta la zona de obra.
- El traslado de las columnas prefabricadas, se efectuó mediante transporte tipo modular, custodiado por un carro piloto que lo guió tomando la ruta siguiente: saliendo de la planta ITISA Tecamac, Estado de México; inició su recorrido por la Autopista México-Pachuca, continuando por Av. Central, Av. 608, Eje 3 Oriente, Av. 5 Arneses, Av. Cafetales, Calzada del Hueso, Miramontes, tomando un tramo en sentido contrario hasta llegar a la Glorieta de Vaqueritos, tomando carriles centrales de Periférico en dirección a Cuernavaca hasta llegar a la zona de obra.

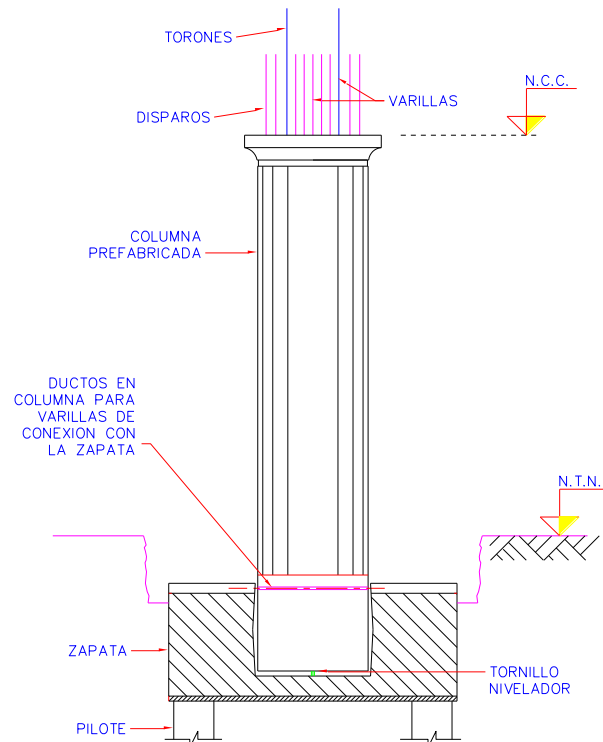
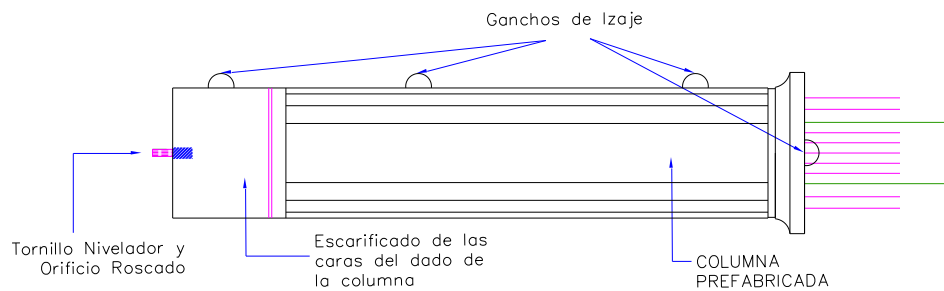
**2. Preliminares en obra.**

- Se verificó que la contratista realice el escarificado de las paredes y fondo del candelero, para garantizar el acabado rugoso, especificado por la proyectista y así adquiriera una mejor adherencia con el dado de la columna a la hora de efectuar la unión de estos 2 elementos.

**3. Verificación de la columna.**

- Una vez que la columna ha llegado a la obra procedente de la planta de prefabricados, lo primero que se procedió a hacer es la revisión y verificación de la misma.
- Primero se efectuó la revisión de los acabados de la pieza que estuvieran en perfectas condiciones para ver que al momento de la carga en la planta, en el traslado de la columna de la planta a la obra y la descarga de la pieza en la obra no sufriera algún daño o despostillamiento.
- La brigada de topografía verificó previo al montaje, el trazo, la geometría, las longitudes, las alturas, y niveles (topes de colado, tornillo nivelador) del elemento prefabricado.
- Se revisó que se encuentren en perfecto estado los ganchos de izaje ya que estos serán de donde se levantara la columna y por ende tendrán que estar en el mejor estado posible.
- A continuación se observó que el acero de conexión (los disparos) se encuentren totalmente alineados y que no estén doblados ya que de lo contrario hubiéramos tenido muchas dificultades para cuando hagamos el montaje de las trabes dado que no entrarían y estos disparos son la conexión entre trabe y columna.
- Inmediatamente después, se continuó con la revisión de los Torones, de estos se verificó que su posición fuera la correcta, y que el número de cables que lo componen, las cuerdas y las tuercas de conexión fueran las estipuladas en los planos de proyecto. Estos Torones tiene la función de aumentar la capacidad de carga del elemento columna-trabe.

- Posteriormente se procedió a verificar el escarificado de las caras del dado de conexión, aquí se revisó que la superficie sea áspera y rugosa.
- Una vez que estamos en el dado de la columna, verificamos que los pasos de conexión del dado estén completamente libres de obstáculos ya que en estos pasos se colocaran las varillas que servirán de unión entre la columna y la zapata.
- Por último, en la parte inferior del dado de la columna, se verificó que el orificio roscado (cuerda) y el perno nivelador giren libremente. Y una vez que se colocó este tornillo nivelador en este orificio roscado, se revisó que la longitud expuesta del tornillo nivelador se encuentre dentro de lo establecido en el proyecto lo cual es de 12cm más su tolerancia de 0.5 a 1.00cm para posibles asentamientos.
- Este tornillo nivelador tiene la función de absorber la variación de la dimensión (altura) de la columna que se presentan por la fabricación y permitir durante la colocación del Grout formar una superficie de contacto entre la base de la columna y la base del candelero y se transmitan los esfuerzos o cargas en forma uniforme en el candelero y de esta manera mantener nuestras líneas de rasante.
- Ya efectuado lo anterior se procedió a colocar las palomas de nivel topográfico y ejes de referencia (ejes verticales), y también se marcó la paloma de nivel del banco de apoyo (eje horizontal).



#### 4. Estabilización del Terreno.

- Para garantizar la estabilización del terreno se realizaron rellenos compactados con rodillo al 95% de la prueba proctor, cuidando la infraestructura existente (tuberías de gas, agua potable, Pemex, drenaje, etc.)

#### 5. Confinamiento del área de montaje.

- Se confinó con pilones, trafitambos, malla y con ayuda de bandereros las vialidades cercanas al montaje; así como también los ductos de las instalaciones existentes.
- Se solicitó el apoyo de la Secretaría de Seguridad Pública y se emitieron los planos de desvíos vehiculares correspondientes, dando aviso a la ciudadanía de cortes a la circulación vehicular.

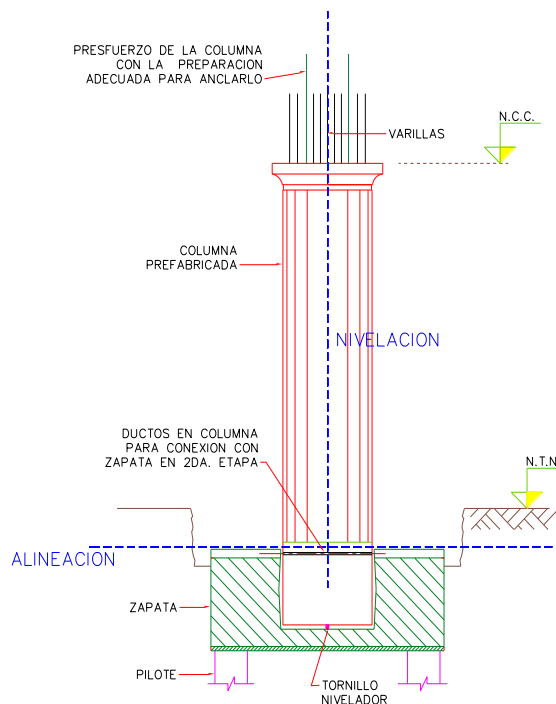
### V.4 MONTAJE DE COLUMNAS.

#### 1. Posicionamiento de Grúas.

- La contratista entregó la Ingeniería de Montaje correspondiente en donde se indica: el equipo a utilizar, la capacidad de las grúas, la pluma, radio máximo de trabajo, contrapesos, carga de trabajo, factor de seguridad, las características del elemento (peralte efectivo, eje, peso máximo, entre otras) y la propuesta gráfica del posicionamiento de las grúas, el modular y la infraestructura existente.
- El primer paso que se tuvo que realizar para saber cual seria la posición y la ubicación de las grúas era conocer el peso del elemento prefabricado (W) y sus dimensiones. Esto con la finalidad de saber la cantidad y las características de las grúas que íbamos a necesitar y para conocer cual va a ser la capacidad de carga mínima requerida que se ocuparía. Ya que de acuerdo a la normatividad, la capacidad de carga de los equipos (grúa) debe de ser 3 veces el peso (W) a levantar del elemento prefabricado.
- Se procedió a revisar el radio de giro de la grúa y de la columna. De este radio de giro se revisó lo siguiente: que la grúa al girar no tuviera obstáculos como son postes, árboles o muros de colindancia y que la pieza a montar ó a colocar en su posición de proyecto no tocara ningún obstáculo como los que se mencionaron anteriormente. (Ver figura anexa)
- En función del peso y de las dimensiones de la columna a montar, se calculó cuantos estabilizadores se iban a ocupar y cuantos contrapesos se le colocarían a la grúa para evitar que esta pudiese voltearse.
- A continuación se procedió a verificar y a realizar el trazo de las interferencias (tuberías existentes) que pudieran existir en la obra para definir su ubicación, con el fin de no poner ninguna carga sobre la misma o que la transmisión de esfuerzos en esos puntos no fueran a desequilibrar el comportamiento de la tubería y llegara a su falla.
- Apegándose en la ingeniería de montaje se procedió a colocar en cada estabilizador planchones o placas de transmisión de esfuerzos de las siguientes dimensiones: 3.8mx2mx0.20m y de acuerdo a la ubicación establecida en la misma ingeniería de montaje, para tener mayor área de apoyo en donde la carga se hace puntual. Evitando que los planchones fueran colocados sobre las obras inducidas trazadas físicamente con anterioridad.
- En caso de tener cercanía con instalaciones subterráneas (tuberías de: agua potable, drenaje, gas natural o PEMEX), se realizó el cálculo de transmisión de esfuerzos al suelo.
- Como siguiente paso se llevó a cabo la revisión de los estrobos, de 12m c/u de longitud, con capacidad de 120 ueston, en el cual se verificó que estuvieran en buen estado. Dado que estos están formados por alambres se revisó que no se encuentren desgarrados, que no estén rotos, que no tengan soldaduras y que no presenten oxidaciones.
- Posterior a la revisión de los estrobos, se revisaron los grilletes (también llamados omegas ú orejas) con capacidad de 55 ueston, en estos se revisó que ninguno se encuentre roto, que no tengan soldaduras, que no estén apachurrados, que no se encuentren golpeados, que no estén doblados, que no presenten oxidaciones y que los casquillos de estos no estén en malas condiciones.

## 2. Izaje de la Columna.

- Se procedió a la colocación de los elementos de izaje (estrobos y grilletes) en la columna y en la cantidad necesaria para poder ser izada. Los cuales fueron revisados previos al montaje supervisando que el elemento este bien sujeto, para evitar algún accidente.
- Una vez ya asegurados estos elementos (estrobos y grilletes), se procedió a hacer el izaje del elemento hasta que este alcanzó la vertical completamente con el apoyo de dos ó más grúas dependiendo el caso.
- Una grúa tomó la pieza, y otra grúa realizó el pateo (ayudando a dar la verticalidad de la columna), cuando la columna se encontró verticalmente se soltaron los grilletes que se encontraban conectados con los estrobos de la grúa de pateo (la que carga el dado de la columna) de los ganchos de izaje, para cortar dichos ganchos se utilizó equipo de oxicorte.
- Una vez que se cortaron estos ganchos, se introdujo la columna dentro del candelero de la zapata, hasta una profundidad donde quedaron libres los pasos de conexión.
- Cuando la columna ya estaba colocada en su posición, se procedió a realizar la colocación de las varillas de conexión del número 12 dentro de los pasos ó ductos de conexión que se encuentran en el dado del candelero.
- Habiendo colocado todas las varillas del paso de conexión se realizó el descenso de la columna dentro del candelero, hasta que el tornillo nivelador tocó la placa que se encuentra dentro del candelero, para posteriormente colocar las cuñas estabilizadoras (metálicas o de madera). Estas cuñas tendrán la función de fijar provisionalmente a la columna para evitar desplazamientos longitudinales y transversales de tal forma que los ejes de la columna queden dentro de lo establecido en proyecto, además de que absorben los esfuerzos cortantes ejercidos por la columna por su peso propio y de esta manera no se rompa la cuerda y el tornillo nivelador permanezca en su posición y mantenga a la columna en el nivel de proyecto hasta realizar el colado de la junta entre columna y candelero.
- Como ultimo paso en el montaje de la columna, con el apoyo de la brigada de topografía y su equipo (estación total y nivel fijo) se procedió a verificar la alineación y nivelación de la columna con respecto a lo establecido en proyecto. Este es el punto mas importante dado que si la columna no queda bien alineada (desplome), como consecuencia en la conexión columna-trabe se presentarían choques de varillas.
- Una vez colocada la columna y revisada por la brigada de topografía, se soltó el elemento retirando estrobos y grilletes tanto de la columna como de las grúas.

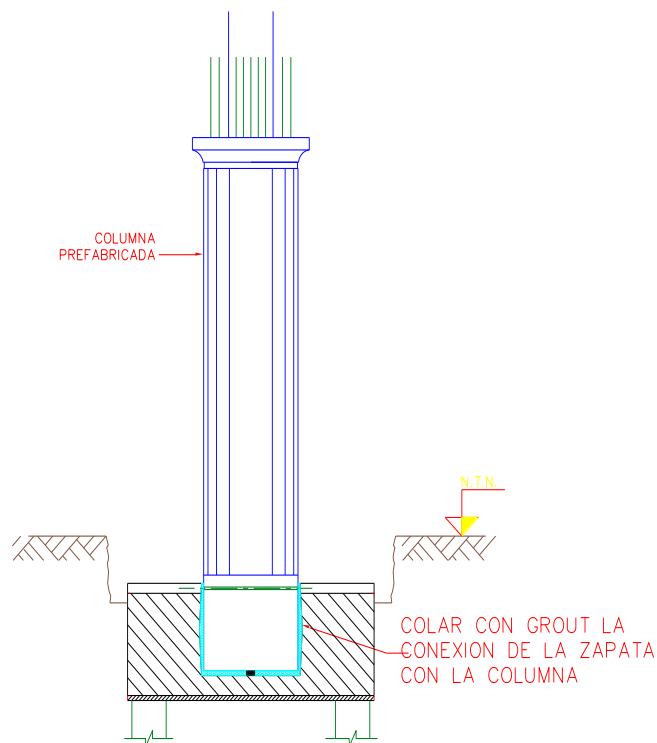


## V.5 CONEXIÓN ZAPATA-COLUMNA.

Liberada la columna por parte del área de topografía de la supervisión externa, se procedió a iniciar el procedimiento de conexión de zapata-columna, realizando las siguientes actividades.

### 1. Colado de Grout.

- Se humedecieron las paredes y fondo del candelero, así como las 4 caras del dado.
  - Se realizó el colado de la junta con un concreto de resistencia rápida, con resistencia a la compresión  $f'c=450\text{kg/cm}^2$ , con aditivo estabilizador de volumen y fluidizante para rellenar los espacios que existen entre el dado de la columna y las paredes del candelero. Con la finalidad de rellenar todos los espacios existentes entre la conexión zapata-columna, garantizando la estabilidad de la columna dentro del candelero y así formar la continuidad del elemento.
- Dado que el Grout es un mortero que tiene la propiedad de ser autonivelante (tiene la capacidad de fluir por su consistencia prácticamente líquida). Otra de las características del Grout es que estabiliza su volumen (expandirse) para evitar posibles espacios entre estas paredes u oquedades.
- Se recuperaron las cuñas estabilizadoras hasta que el concreto hubo adquirido el 100% de su resistencia.



### 2. Desdoblado de Varillas del Candelero.

- Se comenzó a desdoblar las varillas del candelero (mismas que fueron dobladas para que entrara la columna sin dificultades), para realizar el armado de la conexión. Estas varillas son del No.5.

### 3. Armado del hombro de Conexión del Candelero.

- El acero de refuerzo empleado tiene un  $f_y = 4200\text{kg/cm}^2$ .
- El acero estructural empleado tiene un  $f_y = 2530\text{kg/cm}^2$ .
- Se hizo la extensión del candelero respetando el armado marcado por la proyectista, se colocaron varillas del No. 8 en forma de anillo y se continuó con el doblado de los estribos en forma de "U" que se tienen hasta dar el tope de colado requerido, respetando el recubrimiento.



#### 4. Colocación de Pasadores.

- Se procedió a realizar la colocación de las placas (candados) en los extremos de las varillas de conexión mediante soldadura 9070, para hacer la conexión. Ya terminado este, se efectuaron las pruebas de calidad de soldadura correspondientes con el método de líquidos penetrantes.
- El espacio que queda entre el ducto y la varilla se dejó preparado con tramos de manguera, para posteriormente hacer una inyección de Grout para evitar posibles desplazamientos de los pasadores.

#### 5. Cimbrado de la Conexión.

- Una vez revisada y autorizada la etapa de armado de acero de refuerzo, se colocó la cimbra común (madera), en el perímetro de la conexión, debiendo incluir separadores y troqueles, como lo especifica el plano de proyecto ([ver planos anexos](#)), debiendo cumplir con el recubrimiento y dimensiones del elemento que se colará.

#### 6. Colado de la conexión.

- Se realizó el colado en una sola etapa, la resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) es de acuerdo a lo especificado en proyecto igual a  $450 \text{ kg/cm}^2$ , se requirió que la cantidad de concreto fuese la necesaria para cada elemento, por ningún motivo se suspendió el colado una vez que dio inicio.
- El suministro se presentó en forma continua para evitar juntas frías, realizando el vibrado correspondiente garantizando que se tenga el mejor acomodo posible de la mezcla y tener el acabado aparente marcado en la especificación de proyecto.

#### 7. Descimbrado

- Para el descimbrado del elemento colado se tuvo que contar con un mínimo de 24 hrs., o alcanzar una resistencia del 80% del concreto.
- Éste se llevó a cabo sin maltratar dicho elemento en su geometría.

#### 8. Curado del concreto.

- El concreto colado se protegió contra condiciones climáticas adversas, previniendo la rápida evaporación debido a altas temperaturas, viento, ó ambas, y se controló con un método tal que aseguró la no generación de grietas, fisuras, etc.
- Una vez concluido el colado de cualquier etapa, se realizó el curado del concreto, mediante la aplicación de aditivos ó membranas utilizadas para curar el concreto. (adecon).

#### 9. Relleno de la Zapata.

- Se continuó con el relleno de la zapata el cual se efectuó con tepetate compactado al 95% de su P.V.S.M para poder realizar el montaje de las trabes prefabricadas.

#### 10. Inyección del Grout

- Se realizó el colado en las mangueras que están conectadas en los ductos de conexión del dado de la columna con un concreto de resistencia rápida, con resistencia a la compresión  $f'c=450\text{kg/cm}^2$ , con aditivo estabilizador de volumen y fluidizante para rellenar los espacios que existen entre las varillas de conexión. Con la finalidad de rellenar todos los espacios existentes entre estas.

### V.6 TRANSPORTE Y MONTAJE DE TRABES TIPO 6 y 9 (TA, TCA y TC).

#### 1. Transporte del elemento prefabricado.

- Al igual que para el traslado de pilotes y columnas, se procedió a efectuar el transporte de las trabes. Dadas las dimensiones tan grandes que estas llegan alcanzar se tuvo que efectuar un estudio de selección de rutas para el transporte de estos elementos prefabricados que van desde la planta de fabricación hasta la zona de obra.

- El traslado de las traveses prefabricadas, se efectuó mediante transporte tipo modular, custodiado por un carro piloto que lo guió tomando la ruta siguiente: saliendo de la planta ITISA Tecamac, Estado de México; inició su recorrido por la Autopista México-Pachuca, continuando por Av. Central, Av. 608, Eje 3 Oriente, Av. 5 Arneses, Av. Cafetales, Calzada del Hueso, Miramontes, tomando un tramo en sentido contrario hasta llegar a la Glorieta de Vaqueritos, tomando carriles centrales de Periférico en dirección a Cuernavaca hasta llegar a la zona de obra.

## **2. Preliminares en obra.**

- En planta y en obra, la brigada de topografía verificó previo al montaje, el trazo, la geometría, alturas, claros (coordenadas de pernos y cajillos) y niveles (topes de colado, N1 y N2 de columnas) de los elementos montados y por montar.
- Fue importante hacer el levantamiento virtual de los elementos prefabricados, verificando como se menciono anteriormente los claros, las coordenadas de los pernos y cajillos, los neoprenos y en caso de ser traveses tipo TA, la holgura existente entre el bote de la trabe y las preparaciones (disparos) de la columna.
- La contratista entregó la Ingeniería de Montaje correspondiente en donde se indicó: el equipo a utilizar, la capacidad de las grúas, la pluma, radio máximo de trabajo, contrapesos, carga de trabajo, factor de seguridad, las características del elemento (peralte efectivo, longitud total, altura, eje, peso máximo entre otras) y la propuesta gráfica del posicionamiento de las grúas, el modular y la infraestructura existente.
- En caso de tener cercanía con instalaciones subterráneas, se realizó el cálculo de transmisión de esfuerzos al suelo.
- Se verificó el corte de los ganchos de izaje en la zona superior de la columna.
- Se hizo la revisión correspondiente al equipo que realizó el montaje (cables de grúa, estrobos, poleas, grilletes, etc.), auxiliándose y de las bitácoras de mantenimiento preventivo y correctivo del equipo.
- La supervisión externa tuvo la obligación de revisar y autorizar todas las actividades mencionadas anteriormente.

## **3. Estabilización del Terreno.**

- Para garantizar la estabilización del terreno se realizaron rellenos compactados con rodillo al 95% de la prueba proctor, cuidando la infraestructura existente (tuberías de gas, agua potable, Pemex, drenaje, etc.)

## **4. Confinamiento del área de montaje.**

- Se confinó con pilones, trafitambos, malla y con ayuda de bandereros las vialidades cercanas al montaje; así como también los ductos de las instalaciones existentes.
- Se solicitó el apoyo de la Secretaría de Seguridad Pública y se emitieron los planos de desvíos vehiculares correspondientes, dando aviso a la ciudadanía de cortes a la circulación vehicular.

## **5. Posicionamiento del modular.**

- La posición y paso del modular quedó fuera de la franja de seguridad de las instalaciones existentes.
- La posición del modular garantizó la menor cantidad de maniobras de las grúas.

## **6. Posicionamiento de Grúas.**

- Se colocaron en cada estabilizador de la grúa planchones de las siguientes dimensiones: 3.8x2mx0.20m en cada uno, para tener mayor área de apoyo en donde la carga se hace puntual.
- Se realizó el izaje del elemento prefabricado, con equipo que garantizó tener la capacidad de 3 veces el peso del elemento.

## **7. Revisión de colocación de accesorios Móviles ó Fijos.**

- En el caso de las traveses TC, TA ó TCA, se verificó la colocación de los apoyos de neopreno tipo “cubo encapsulado”, ya sea para apoyo móvil ó para apoyo fijo, de acuerdo a proyecto.
- Se realizó la limpieza de la placa base inferior, la que esta colocada en la trabe TA.

- Se efectuó la colocación de teflón virgen de 1/64" de espesor.
- Se llevo a cabo la colocación de la placa de neopreno de 26mm de espesor.
- A continuación se realizó la colocación de teflón virgen de 1/64" de espesor.
- Posteriormente se colocó el anillo o empaque anular.
- Se efectuó la colocación de la cápsula de acero.
- Para apoyo móvil se colocó adicionalmente una placa de teflón reforzado con fibra de vidrio de 3/64" de espesor.
- Por ultimo se efectuó la limpieza de la placa base superior con acabado espejo (para apoyo móvil) y acabado normal (para apoyo fijo). ([ver planos anexos](#))

#### **8. Montaje de Trabe.**

- Se requirió de un balancín, el cual tiene la función de disminuir el radio de operación y aumentar la capacidad de carga de las grúas.
- Los estrobos y grilletes que se ocuparon tenían las siguientes características, 4 estrobos de 12m c/u de longitud, con capacidad de 120 uston y 8 grilletes con capacidad de 55 uston. Los cuales fueron revisados previos al montaje supervisando que el elemento este bien sujeto, para evitar algún accidente.
- Las grúas principales tomaron la pieza, realizando la maniobra correspondiente de izaje hasta hacer llegar la pieza a su posición final. En el caso de las trabes TA, la posición final fue sobre los bancos de apoyo de las columnas. En el caso de las trabes TC, la posición final fue en la ménsula de dos trabes. Y para el caso de las trabes TCA fue apoyada en la ménsula de una trabe y en el banco de apoyo de una columna.
- Durante el proceso de montaje se verificó: la distancia entre dos trabes y entre dos columnas.
- También se verifico la longitud real de la trabes en al menos tres puntos longitudinales, con la finalidad de que se cuente con los espacios u holguras indicados en proyecto para evitar que los elementos estén en contacto por temperatura o por movimientos en la etapa de servicio del puente.
- En el caso de las trabes TC ó TCA se verificó que los apoyos encapsulados de neopreno estuvieran colocados en su posición de proyecto, que las placas de asiento estén completamente limpias y que los cajillos para el paso de los pernos estén libres de elementos extraños para permitir el libre desplazamiento de los pernos.
- En el caso de las trabes TA se verificó que los pernos se encuentren totalmente verticales y se revisó que la cuerda y la tuerca estén libres de sustancias extrañas u oxido.
- Finalizado el montaje se verificó que las placas de apoyo de las trabes TA, TC ó TCA estén en contacto en toda su superficie con los bancos de apoyo (columnas circulares) y encapsulados de neopreno (trabes TC ó TCA).
- Por ultimo se verificó que los ejes de cada elemento (trabes ó columnas) sean colíndales antes de la liberación total del elemento de las grúas.

#### **9. Liberación de Montaje Topográficamente.**

- Una vez colocada la trabe se revisó topográficamente los ejes y niveles, así como que los apoyos hallan asentado correctamente.
- Liberando esta actividad se soltó el elemento retirando estrobos y grilletes de las grúas.

### **V.7 CONEXIÓN TRABE-COLUMNA.**

Liberado el montaje de la trabe TA, por parte del área de topografía de la supervisión externa, se procedió a iniciar la conexión de columna-trabe, realizando las siguientes actividades:

---

### V.7.1 POSTENSADO TRABE-COLUMNA.

#### 1. Habilitado de Acero para la conexión.

- El acero de refuerzo empleado tiene un  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- Se procedió a realizar el habilitado conforme al proyecto estructural.
- Se realizó el habilitado y manejo del acero de refuerzo, en función del plano de despiece elaborado por la contratista, en donde se especifican los diámetros, longitudes, cortes, dobleces, escuadras, traslapes, etc. (ver planos anexos), las varillas debieron corresponder a las clases, diámetro y número indicados en planos autorizados.

#### 2. Colocación de Accesorios.

- Se colocaron inicialmente la protección de los torones (“Acopladores ó Trompetas”), colocando grout en todo el perímetro para garantizar el sello de la trompeta y evitar la fuga de concreto en el momento de realizar el colado.
- Se colocaron ductos engargolados en toda la longitud del torón, para protección de estos al momento del colado. Con esto se garantizó la verticalidad de los engargolados y los torones para que cuando se aplicara el tensado no se tuviera ningún problema.
- Se colocaron en sentido vertical varillas del No. 5 y estribos en forma de “gusano”, para realizar la protección del engargolado y del torón, así como rigidizar este último en el momento del colado.
- Encima de estas varillas se colocó una placa de acero estructural de  $\frac{3}{4}$ ” de espesor como apoyo de las tuercas y base del gato para el anclaje directo de los torones.

#### 3. Armado de acero de refuerzo de la conexión.

- Se realizó el armado de la conexión en función del habilitado y del proyecto, se utilizó varilla del No. 5, para los estribos de diferentes geometrías y se colocaron varillas del No. 10 en forma de “U” para realizar la grapa. (ver planos anexos)

#### 4. Cimbrado de la conexión.

- Se cimbró el perímetro que se genera entre el capitel de la columna y el bote de la trabe, esto se hizo con madera de tal forma que garantizó que en el momento del colado no se presentara fuga de concreto o de lechada.
- Sobre las 4 placas de acero se colocó cimbra (cajones ó protecciones de madera), para evitar que al momento del colado estas se llenaran de concreto.

#### 5. Colado de la conexión.

- Se realizó el colado una sola etapa, la resistencia a la compresión del concreto ( $f'_c$ ) fue de acuerdo a lo especificado en proyecto igual a  $450 \text{ kg/cm}^2$ , se requirió que la cantidad de concreto fuera la necesaria para cada elemento, por ningún motivo se suspendió el colado una vez que dio inicio.
- El suministro se presentó en forma continua para evitar juntas frías, realizando el vibrado correspondiente garantizando que se tenga el mejor acomodo posible de la mezcla.

#### 6. Tensado de Torones.

- Se realizó previamente al tensado, el cálculo de la elongación del torón; con la gráfica esfuerzo-deformación, esto en función de la relación que existe entre la altura de la columna y la posición de la trabe; así como la longitud que tiene el torón desde la fabricación, esto con el fin de obtener el dato referente a la longitud máxima de deformación.
  - El tensado se realizó aplicando la carga requerida de diseño a cada uno de los torones ( $13,304 \text{ kg c/u}$ ) por separado, según la información de los planos.
-

## 7. Inyección de Grout.

- Para proteger a los Torones se realizó una inyección de grout  $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$ , para fijarlos totalmente, colocando la inyectora a uno de los ductos de inyección.
- Se realizó la mezcla de agua, cemento y aditivo, con las calidades y proporciones que indicó el Proyecto en la mezcladora ó cubeta de mezclado durante un mínimo de 2 minutos.
- La mezcla que se encontraba en la cubeta de inyección se mantenía agitada en forma automática, con el objeto de retrasar el fraguado de la mezcla.
- Se bombeaba la mezcla hasta que saliera con su propia consistencia por todos los ductos del cable que se inyectaba.

## V.8 CONEXIÓN TRABE-TRABE (CABEZAL).

Este tipo de conexiones solamente se realizaron para trabes prefabricadas tipo TA6, ya que se conectan estructuralmente mediante cabezales, este procedimiento fue adicional a la conexión columna-trabe.

### V.8.1 POSTENSADO TRABE-TRABE.

#### 1. Manejo y Almacenamiento del Material.

- El torón de presfuerzo se suministró en rollos. Estos no debían ni desbaratarse ni someterse a la intemperie, para lo cual fueron almacenados sobre bases que impidieron su vuelco y en local cubierto. Si el ambiente exterior era demasiado húmedo o salino, además se aplicaba aceite soluble a la capa exterior del rollo.
- Cada rollo de torón tenía su identificación y su reporte de características (como mínimo: Diámetro, área nominal, peso unitario, y curva de esfuerzo-deformación hasta la rotura). Estas características se solicitaron en distintos momentos de la instalación.
- Los anclajes, ductos, acopladores y materiales complementarios se encontraban así mismo preservados de la acción de la intemperie y almacenados de forma que se evitaran daños a las piezas.

#### 2. Colocación del Torón.

- Se realizaba el trazado de los cables y la colocación de las silletas para los ductos. Para esta operación se requería que estuvieran ajustados los moldes, a los cuales se refieren las distancias que definan sus trayectorias en el proyecto y campo.
- Se hizo el habilitado, tendido y cierre de ductos engargolados. Los tramos de ducto se empataron por medio de coples a los cuales se enroscaron. Después se sellaron todas las uniones y todos los puntos por los que se preveía que pudiera entrar el concreto en el momento del colado, mediante cintas para unión.
- Se procedió a efectuar la colocación de culatas de anclaje y refuerzos de reventamiento.
- Cada culata se encontraba fijada al molde lateral que forma la placa de acero en el extremo de anclaje.
- Este molde llevaba la inclinación que marcaba el proyecto con el fin de que la cara de acero fuera perfectamente perpendicular a la trayectoria del cable. El extremo del ducto engargolado se introdujo en el cono del anclaje y la unión se selló con cinta.
- Las boquillas se colocaron en los orificios provistos en las culatas de anclaje. En ambos casos se conectaron ductos para la salida de la mezcla.
- Por último se insertó el cable del Torón dentro del ducto.

#### 3. Armado de acero de refuerzo del Cabezal.

- Se realizó el armado del Cabezal en función del proyecto, se utilizó varilla del No. 6, para los claros longitudinales y se colocaron varillas del No. 10 en forma de “U” para realizar la grapa. ([ver planos anexos](#)).

---

#### 4. Cimbrado del Cabezal.

- Se cimbró toda la superficie que ocupó el Cabezal entre las dos traveses, esto se hizo con moldes metálicos de tal forma que garantizó, que en el momento del colado no se presentara fuga de concreto o de lechada y para obtener los acabados aparentes que se indicaron en proyecto.

#### 5. Colado del Cabezal.

- El vibrado debió de ser muy cuidadoso, para evitar golpear los ductos engargolados y en las proximidades de los anclajes, para asegurar que no se formen huecos que podrían provocar deformaciones y obstruir el tensado. También se vigiló no dañar los ductos de inyección del Grout (aplastamiento). De ser posible se realizaba el vibrado de contacto con los moldes.
- Se realizó el colado en una sola etapa, la resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) es de acuerdo a lo especificado en proyecto igual a 450 kg/cm<sup>2</sup>, se requirió que la cantidad de concreto fuera la necesaria para cada elemento, por ningún motivo se suspendió el colado una vez que dio inicio.
- El suministro se presentó en forma continua para evitar juntas frías, realizando el vibrado correspondiente garantizando que se tenga el mejor acomodo posible de la mezcla y así alcanzar el acabado aparente marcado en la especificación de proyecto.

#### 6. Tensado de los Torones.

- Los equipos para la realización del tensado eran calibrados por empresas o laboratorios certificados mediante la utilización de un manómetro patrón.
- Se cortaban las puntas de los cables a partir de la placa de reparto a una distancia de 1.50m del lado del anclaje activo, y de 50cm del lado del anclaje pasivo.
- Se colocaba el marco portante, la placa de acuanado (tejos) y luego el gato, estando este suspendido del dispositivo que llevaba para este efecto el tensado.
- Se efectuó el tensado por escalones graduales de presión hidráulica de 200 kg/cm<sup>2</sup> según las unidades del manómetro hasta llegar al límite marcado por la proyectista de 13,300 kg/cm<sup>2</sup> ó 8,000 psi ó la deformación máxima esperada de acuerdo al módulo elástico del Torón que es igual a 14mm. Esto se hizo simplemente accionando la palanca de tensado de la unidad de bombeo. El amarre de los torones tuvo lugar automáticamente, el cual se llevó a cabo con las cuñas de tensado.
- Durante el tensado se anotaron los desplazamientos parciales del pistón en todos los escalones excepto el de 0 a 200 kg/cm<sup>2</sup> el cual se obtuvo como el promedio de todos los parciales de kg/cm<sup>2</sup>, con lo que se absorbió el desplazamiento aparente causado por el acomodo inicial del gato y del cable, se revisaron los alargamientos, el cual debió ser similar con la deformación esperada, que se deduce de los datos del Proyecto y de las características del torón.
- Cabe mencionar que el tensado de los Torones se realizó hasta obtener el 100% de la resistencia del concreto indicada en el proyecto, la cual fue de 450 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 7. Inyección de Grout.

- Para proteger el tensado de los torones se realizó una inyección de grout de una resistencia de  $f'c = 450$  kg/cm<sup>2</sup>, para fijarlos totalmente, colocando la inyectora a uno de los ductos de inyección.
- Se realizó la mezcla de los componentes del Grout con las calidades y proporciones que indicaba el Proyecto en la hoya de mezclado (revolvedora) durante un mínimo de 2 minutos.
- La mezcla que se encontraba en la cubeta de inyección se mantenía agitada en forma automática, con el objeto de retrasar el fraguado de la mezcla.
- Se bombeaba la mezcla hasta que salía con su propia consistencia por todos los ductos del cable que se inyecta.

#### 8. Colocación de Diafragmas Metálicos en traveses Tipo TA6, TC6.

- Se realizaron pruebas de laboratorio (tensión, aplastamiento y de espesor); a los tubos de  $\varnothing 4"$  Ced. 40, que se utilizaron para los diafragmas metálicos, así como a los accesorios en traveses que sirvieron de unión.
-

- Se procedió con el habilitado de la tubería de  $\varnothing$  4" para los diafragmas metálicos.
  - Se habilitó y colocó de acuerdo a las dimensiones especificadas en proyecto los accesorios de las traveses (placas).
  - La soldadura se realizó por arco eléctrico y se usaron electrodos de la serie E-90xx con cordón de filete y 0.6cm de espesor; y electrodos de E-70xx con cordón de filete y 0.6cm de espesor; en la unión de placas y tubos.
  - Una vez colocados los diafragmas se procedió a colocar el primario anticorrosivo y posteriormente se colocó pintura de esmalte hasta cubrir perfectamente la superficie, como acabado final.
  - Estos diafragmas se colocaron entre los apoyos columna-trabe (parte central de la trabe). Con el objetivo de rigidizar la estructura lo mayor posible. ([ver planos anexos](#))
-

# CAPITULO VI.

Zona de rodamiento y detalles finales.



---

## VI.1 FIRME DE COMPRESIÓN.

### 1. Actividades Previas.

- Se revisó el proyecto geométrico y los planos estructurales correspondientes, para verificar los niveles topográficos y diámetros de acero que se iban a utilizar, así como para definir los frentes de trabajo.
- Se verificó de acuerdo a proyecto la preparación de las juntas de calzada, así como la colocación y tensado de los apoyos fijos y móviles, previo a la instalación del acero de refuerzo.
- Se dio inicio a la preparación de las trabes para recibir el firme de compresión, consistiendo este trabajo en preparar adecuadamente el acero de refuerzo de la trabe que sirvió para realizar el anclaje del elemento prefabricado con el firme, ejecutando los cortes y dobleces en base a niveles de proyecto.

### 2. Habilitado de Acero para el firme de compresión.

- El acero de refuerzo empleado tiene un  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- Se realizó el habilitado y manejo del acero de refuerzo, en función del plano de despiece elaborado por la contratista, en donde se especificaron los diámetros, longitudes, cortes, dobleces, escuadras, traslapes, etc., las varillas correspondían a las clases, diámetro y número indicados en planos autorizados ([ver planos anexos](#)).

### 3. Armado de acero de refuerzo del firme de compresión.

- Se realizó el armado del firme de compresión en función del habilitado, se utilizó varilla del No. 4 y 3, para los sentidos longitudinales y transversales respectivamente.
- El espesor del firme estructural varaba según la pendiente transversal y longitudinal de la vialidad.
- El espesor mínimo del firme fue de 8cm pero puede llegar en algunos extremos hasta más de 50cm, cuando existía un tramo con espesor de firme menor a 8cm se empleaba solo el refuerzo transversal superior y el longitudinal inferior.
- Cuando se requería un firme con espesor promedio mayor a 30cm (generalmente en zona de curvas), se usaba aligeramiento con unícel, considerando la losa superior de 12cm y nervaduras transversales y longitudinales. La separación de las nervadura longitudinal era de 1.5 m y las transversales estaban en función de la preparación que trae la trabe.
- Se colocaba el acero de refuerzo que servía como anclaje para el parapeto de concreto (guarnición sobrepuente).
- Una vez terminada la actividad, se verificó el armado, dimensiones alineación, separación, amarre, niveles, diámetros, y limpieza de la varilla, así como limpieza del área, para continuar con la siguiente etapa.

### 4. Colocación de tubería para alumbrado bajo puente.

- Se colocó tubería de PVC flexible de 51mm por el centro de la trabe, para después colocar el cableado eléctrico que sirvió como alumbrado bajo-puente.

### 5. Colocación de Cimbra.

- Terminado el habilitado y armado del acero de refuerzo, así como la colocación del aligeramiento, se procedió a la colocación de cimbra frontera (sentido longitudinal) y cimbra complementaria entre trabe y trabe.

### 6. Colado del Firme de Compresión.

- Se realizó el colado en una sola etapa, la resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) era de acuerdo a lo especificado en proyecto igual a  $300 \text{ kg/cm}^2$ , se requería que la cantidad de concreto fuera la necesaria para cada elemento, por ningún motivo se suspendía el colado una vez que daba inicio.
  - El suministro era en forma continua para evitar juntas frías, realizando el vibrado correspondiente garantizando que se tuviera el mejor acomodo posible de la mezcla y así lograr el acabado aparente marcado en la especificación de proyecto.
-

## 7. Descimbrado y Curado.

- Una vez que el concreto cumplió con su proceso de fraguado y teniendo un periodo mínimo de 12 horas, se realizó el descimbrado del elemento donde al término se colocó un curado a base de películas y/o aditivos para evitar la pérdida de humedad en el concreto.

## VI.2 PARAPETO DE CONCRETO.

### 1. Actividades Previas.

- Se revisaba el proyecto geométrico, planos estructurales, eléctricos y detalles correspondientes, para verificar los niveles topográficos y diámetros de acero a utilizar, así como para definir los frentes de trabajo.
- Se verificaba de acuerdo a proyecto el suministro de materiales, (aligeramiento, placas de acero para recibir parapeto metálico, material para instalación eléctrica que se colocaba sobre-puente, accesorios para anclaje de postes de alumbrado público, etc.).

### 2. Habilitado de acero para Parapeto de Concreto.

- El acero de refuerzo empleado tenía un  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- Se realizaba el habilitado y manejo del acero de refuerzo conforme al proyecto estructural y en función del plano de despiece elaborado por la contratista, en donde se especificaban los diámetros, longitudes, cortes, dobleces, escuadras, traslapes, etc. ([ver planos anexos](#)), las varillas debían corresponder a las clases, diámetro y número indicados en planos autorizados.

### 3. Armado de acero de refuerzo.

- Se realizaba el armado del parapeto de concreto en función del habilitado, se utilizó varilla del No.6, para el sentido longitudinal y para los estribos del No. 4, respetando su respectiva separación y realizando los amarres correspondientes.

### 4. Habilitado y Colocación de Placas Base.

- El habilitado de las placas base, se realizó con una placa de espesor igual a  $\frac{3}{4}$ ", de 0.25m x 0.30m, y anclas con varillas del No. 6 con una longitud de 40cm, el corte se realizó empleando equipo de oxi-corte. Se hizo la aplicación de soldadura con arco eléctrico con electrodos de la serie E-90xx entre placas y anclas.
- Con los planos correspondientes ([ver planos anexos](#)) se ubicaron los ejes de las placas base para su debida colocación y distribución de las mismas, así como su correcta nivelación. La separación de las placas es a cada 2m de eje a eje de placa.
- Las anclas de las placas base quedaron debidamente empotradas dentro del armado del parapeto y bien niveladas, se colocaron estribos del No.3 en las anclas de la placa base, sujetados con alambre recocado, los amarres estaban debidamente ajustados, para evitar movimientos de la estructura.

### 5. Colocación de Aligeramiento.

- El aligeramiento se colocó por el centro del armado del parapeto el cual consiste en colocar sonotubo (tubo de cartón) de 6" , 4" y 3" de diámetro, este se colocó solo en sobre-puente, como se especifica en el plano emitido por la proyectista ([ver planos anexos](#)).

### 6. Colocación de tubería eléctrica para alumbrado sobre-puente.

- Se colocó dentro del armado del parapeto de concreto, tubería conduit flexible con forro de PVC de 51mm, tipo liqueatite, para después colocar el cableado eléctrico que alimenta los postes de alumbrado sobre-puente.
- Esta tubería solo se colocó en un solo lado de la vialidad, como se especifica en el plano eléctrico emitido por la proyectista.

- Se colocó en las zonas en donde se especificó en proyecto, (a cada 30m de separación) donde a estos mismos 30m se colocara una placa base de 0.35 x 0.35m, con 4 anclas de 75cm de desarrollo y 25.4mm de diámetro, 10cm de cuerda estándar de 8 hilos por pulgada, con dos estribos del No.4, para recibir el poste de alumbrado público.

#### 7. Colocación de Cimbra y Obra Falsa

- Se usó cimbra curva y cimbra que garantizaba el acabado aparente, se respetaron las buñas y goteros, que especificaba el proyecto, la cimbra era ajustada a la forma, líneas, niveles y calidad especificados en el proyecto verificando su estabilidad.
- La obra falsa se realizaba con andamios y garantizando la unión adecuada entre los distintos tramos de cimbra, para mantener su dimensión, forma y posición durante la colocación del concreto.
- La colocación de la cimbra se hizo de manera que permitió dar el recubrimiento de concreto según el proyecto, para mantener las dimensiones y tolerancias especificadas en el mismo.
- Los moldes se empleaban tantas veces como fuera posible, siempre y cuando se les proporcionara el tratamiento adecuado para obtener el acabado aparente que señalaba el proyecto. Se colocaba el desmoldante correspondiente para poder realizar el descimbrado posteriormente.
- Se verificaba la limpieza de la zona por colar.

#### 8. Colado del Parapeto de Concreto.

- Se realizaba el colado en una sola etapa, la resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) era de acuerdo a lo especificado en proyecto igual a  $250 \text{ kg/cm}^2$ , se requería que la cantidad de concreto fuera la necesaria para cada elemento, por ningún motivo se suspendía el colado una vez que daba inicio.
- El suministro se dio en forma continua para evitar juntas frías, realizando el vibrado correspondiente garantizando que se tuviera el mejor acomodo posible de la mezcla y teniendo el acabado aparente marcado en la especificación de proyecto.

#### 9. Descimbrado y Curado.

- Una vez que el concreto cumplió con su proceso de fraguado y teniendo un periodo mínimo de 12 horas, se realizó el descimbrado del elemento donde al término se colocó un curado a base de películas y/o aditivos para evitar la pérdida de humedad en el concreto.

### VI.3 PARAPETO METÁLICO.

#### 1. Habilitado de Parapeto Metálico.

- Se procedió a la fabricación en taller, de parapeto metálico en tramos de 6 metros, para facilitar la colocación del mismo en obra, debiendo cuidar que los niveles de las placas base queden con el nivel adecuado.
- El habilitado del parapeto metálico consta de tuberías de  $\varnothing 6''$ ,  $\varnothing 4''$  y  $\varnothing 3''$  cedula 40.
- Se realizó el habilitado y manejo de la tubería, en función del plano de despiece elaborado por la contratista, en donde se especificaban las longitudes, cortes, uniones, conexiones macho-hembra (apoyos móviles), zonas de curvas, etc. ([ver planos anexos](#))
- La altura total del parapeto metálico es igual a 80cm.
- Se presentó un programa de suministro para la liberación de tramos en obra.

#### 2. Colocación de Parapeto Metálico.

- Se colocó el parapeto en función de los tramos liberados.
- Se realizó la unión de tramos verticales con los tubos de 3" y 4", los que sirvieron como barandales mediante la soldadura indicada en proyecto E-90xx, cumpliendo con la alineación y el plomeo de elementos verticales; así como el dobléz necesario en la zona de curvas.

### 3. Colocación de Primario Anticorrosivo y Pintura de Esmalte.

- Al ir colocando los tramos de parapeto metálico se efectuó la unión de estos mediante soldadura.
- Cumpliendo con las pruebas de calidad referentes con la soldadura, se procedió al esmerilado de las zonas en donde se requería.
- Por ultimo se colocó el primario anticorrosivo y pintura de esmalte alkidalico del color que indicó la dirección de obra, que para nuestro caso fue plateado.

## VI.4 ALUMBRADO SOBRE-PUENTE, BAJO-PUENTE Y NIVEL SUPERFICIAL.

### 1. Actividades Previas.

- Previamente al inicio de las actividades de montaje y conexión de accesorios de alumbrado público, se verificó que los accesorios, el cable, postes y luminarias fueran las especificadas en el proyecto ([ver planos anexos](#)).
- Se verificó que el tubo conduit y licuatite que conectan a los registros no se encuentren obstruidas, esta actividad se realizó retirando la tapa de dos registros contiguos e introduciendo la guía de acero por la tubería que los une. Con esta actividad se verificaba y se eliminaba cualquier material que se encontraba en el interior de la tubería y que pudiera obstruir el cableado.

### 2. Sistema de Tierras.

- Las varillas para el sistema de tierras son de núcleo de acero revestido de cobre puro con un espesor de 13mm y con ausencia de fisuras, de acuerdo norma UL-467-1993. La longitud y diámetro de las varillas debían cumplir con lo indicado en el proyecto. Las características de las varillas se verificaba una vez que estas se encontraban en el almacén conjuntamente con la supervisión.
- El hincado de las varillas, se realizó dentro del tubo de concreto de 20cm de diámetro, este tubo se relleno con producto químico GEM para permitir una mejor conductividad y mejor desarrollo del mismo y este quedó a nivel de piso terminado.
- La conexión de las varillas del sistema de tierras se realizó de manera mecánica (a soldadura ó a compresión), según lo indique el proyecto. Se verificó que las conexiones se realizaran a tope.

### 3. Montaje de Accesorios.

- Posteriormente se iniciaron las actividades de montaje de accesorios y herrajes (tubo conduit rígido y flexible, condulets, cajas de registro, tubos de pvc flexible).
- Se inició con la colocación del tubo conduit de los diferentes diámetros desde los registros hasta las cajas cuadradas montadas en las trabes de acuerdo a lo indicado en el plano eléctrico y sujetado con abrazaderas tipo omega.
- Se colocó el tubo conduit flexible partiendo de la caja cuadrada galvanizada hacia la caja cuadrada ubicada en el parapeto y desde donde se conectaron las luminarias.
- Se montaron los interruptores termo magnéticos de gabinete.

### 4. Cableado de registros y tuberías.

- Una vez que se tienen montados los accesorios, se procedió a realizar el cableado a nivel de registros y tuberías, este cableado se realizó por circuitos de acuerdo a lo indicado en el diagrama unifilar del proyecto.
- El cable que se utilizó para la conexión de los circuitos es de cobre suave en cableado concéntrico clase B, aislado con polietileno de cadena cruzada (XLP), tipo XHHW para operar a 600 V a 90 °C del diámetro indicado en el proyecto.
- Se revisó que los empalmes entre cables no quedaran en el interior de los ductos, éstos se realizaron en los registros garantizando una conexión mecánica y eléctrica firme.

### 5. Cableado y Montaje de Postes.

- El cableado de los postes se realizó de la siguiente manera: los postes eran transportados lo mas cercano posible hasta su posición final.
- Una vez que el poste se encontraba en el piso se colocaba con la ayuda de una guía de acero el cable del tipo y diámetro que indica el proyecto desde la caja de conexión hasta el final de la ménsula donde se montaba la luminaria con su respectiva fotocelda, dejando una longitud extra del cable (aproximadamente de 1m).
- Se instalaba la luminaria con su respectiva fotocelda realizándose las conexiones eléctricas necesarias. Los empalmes de cables se aislaban perfectamente para evitar cortos circuitos.
- Una vez montadas las luminarias y colocados todos sus elementos para su funcionamiento se procedió a la colocación o montaje del poste, esta actividad se realizó con la ayuda de una grúa de la capacidad suficiente para evitar golpear el poste y las luminarias.
- Una vez colocados los postes, se procedió a su nivelación y fijación definitiva con la ayuda de la placa de acero y las anclas ahogadas previamente colocadas.

### 6. Conexión a Circuitos.

- Una vez que los postes se encontraban montados, se realizaba su conexión a los cables del circuito, realizando los empalmes que garantizan una conexión mecánica y eléctrica firme.
- Los empalmes se aislaron de manera tal que eviten cortos circuitos. Posteriormente los cables fueron introducidos al interior del poste por la caja de conexión, la cual se selló perfectamente con su tapa.
- Una vez que todas y cada una de las luminarias ha sido montada y conectada al circuito correspondiente, cada circuito se conectó al interruptor termo magnético del tablero de control.
- El tablero de control se conectó a la acometida con lo cual quedó energizado el alumbrado público del proyecto ([ver planos anexos](#)).
- Se realizaron pruebas de funcionamiento para identificar áreas de posibles conflictos.

## VI.5 CARPETA ASFÁLTICA.

### 1. Actividades Previas.

- Antes de iniciar con éste procedimiento, se realizó la revisión del proyecto (estructural, geométrico, topográfico y de detalles), y las especificaciones para el procedimiento constructivo del terraplén aligerado, aireplén y pavimentos
- En la zona del inicio del muro estribo se hizo una excavación del terraplén existente y se escarificó a una profundidad de 15cm, retirando cualquier material que pudiera ser nocivo al comportamiento del mismo, como materia orgánica, materiales con excesiva humedad y consistencia muy blanda, cascajo y fragmentos líticos mayores a 4", etc.

### 2. Colocación de Carpeta Asfáltica en Terraplén.

- Se verificaron los niveles del relleno aligerado (tezontle) en capas de 50cm (máximo) en todo el ancho del terraplén y hasta el nivel de desplante de la capa de Sub-base del pavimento, siguiendo las características del material y su colocación como lo indica la especificación de la proyectista.
- A continuación se verificó la colocación de las estructuras de drenaje o cualquier otra instalación, así como también se busco que se satisficieran los niveles y pendientes de proyecto a fin de mantener constante el espesor del pavimento.
- CAPA SUB-BASE. Se procedió al suministro y colocación de la capa Sub-base de grava cementada compactada al 95% según AASHTO (T-180), en capas mínimas de 20cm, de espesor. Según la especificación de la proyectista.
- CAPA BASE. Habiendo cumplido con las especificaciones para la capa Sub-base, se construyó la capa base conformada por grava cementada compactada al 100% según norma AASHTO (T-180), T.M.A. 38mm.

- 
- RIEGO DE IMPREGNACIÓN. Una vez que la capa de base haya cumplido con las especificaciones, sobre la base seca, libre de polvo y partículas sueltas, se aplicó un riego de impregnación con emulsión catiónica RM-2K, con una proporción de 0.70 L/m<sup>2</sup>. y penetración de 2mm como mínimo.
  - RIEGO DE LIGA. Transcurridas 48hrs (mínimo) de aplicado el riego de impregnación y 30min antes de la colocación de la mezcla asfáltica, se aplicó el riego de liga una vez que el material este totalmente impregnado. Estos trabajos se realizaron asegurándose con anterioridad de que no existiera la posibilidad de lluvia durante la aplicación del riego y mezcla asfáltica, manteniendo en todo momento la superficie de aplicación limpia y seca.
  - MANTEO. Inicialmente se hizo un manto en forma manual con la carpeta asfáltica para evitar el levantamiento del riego de liga con los neumáticos de los camiones.
  - TENDIDO Y NIVELACIÓN. Una vez mantenido se continuó con el tendido de la mezcla asfáltica con una máquina terminadora de sensores electrónicos para cumplir con los espesores de proyecto y con los niveles de bombeo tanto longitudinal como transversal; El tendido se complementó con una cuadrilla de rastrilleros para eliminar las juntas, bordos y depresiones.
  - COMPACTACIÓN. La compactación se realizó con una plancha de doble rodillo liso y se le dio un terminado con un rodillo de neumáticos, siempre aplicando la humedad adecuada para evitar el levantamiento de la mezcla.
  - SELLO. Finalmente se aplicó un sello con cemento-agua, en forma manual en una proporción de 0.75 kg/m<sup>2</sup>, para proteger la carpeta de las filtraciones de agua.
  - La carpeta se formó en una capa, siempre que esta garantice la compactación uniforme.
  - Las características del material pétreo, mezcla y cemento asfáltico debieron cumplir con lo establecido en la especificación del proyectista.
  - Se procuró tener cuidado con las temperaturas de tendido y compactación que estén dentro de las tolerancias marcadas en la especificación las cuales podían variar de 105°C a 130°C.
- 3. Conexión con Pavimento Existente.**
- La conexión entre los pavimentos de la vialidad y los del puente (nuevo) se realizaron de forma escalonada, conservando dicho escalón con un ancho mínimo de 30cm y 2m de longitud.
  - Para la junta entre las carpetas (vialidad y puente), se realizó el retiro de partículas sueltas y flojas que éstas presentaron, así como un riego de liga en la pared vertical entre ambas.
- 4. Colocación de Carpeta Asfáltica en Puente Vehicular y en Aireplén.**
- La carpeta asfáltica sobre el puente y el aireplén se colocó a tope en la zona de la junta de calzada, con la salvedad de que ésta tendría un espesor de 10cm omitiendo el riego de impregnación, únicamente se aplicó un riego de liga sobre el firme estructural que debió de presentar una superficie regular y libre de partículas sueltas.
  - RIEGO DE LIGA. Transcurridas 48hrs (mínimo) de aplicado el riego de impregnación y 30min antes de la colocación de la mezcla asfáltica, se aplicó el riego de liga una vez que el material este totalmente impregnado. Estos trabajos se realizaron asegurándose con anterioridad de que no existiera la posibilidad de lluvia durante la aplicación del riego y mezcla asfáltica, manteniendo en todo momento la superficie de aplicación limpia y seca.
  - MANTEO. Inicialmente se hizo un manto en forma manual con la carpeta asfáltica para evitar el levantamiento del riego de liga con los neumáticos de los camiones.
  - TENDIDO Y NIVELACIÓN. Una vez mantenido se continuó con el tendido de la mezcla asfáltica con una máquina terminadora de sensores electrónicos para cumplir con los espesores de proyecto y con los niveles de bombeo tanto longitudinal como transversal; El tendido se complementó con una cuadrilla de rastrilleros para eliminar las juntas, bordos y depresiones.
  - COMPACTACIÓN. La compactación se hizo con una plancha de doble rodillo liso y se le dio un terminado con un rodillo de neumáticos, siempre aplicando la humedad adecuada para evitar el levantamiento de la mezcla.
  - SELLO. Finalmente se aplicó un sello con cemento-agua, en forma manual en una proporción de 0.75 kg/m<sup>2</sup>, para proteger la carpeta de las filtraciones de agua.
-

- La carpeta se formó en una capa, siempre que esta garantice la compactación uniforme.
- Las características del material pétreo, mezcla y cemento asfáltico cumplieron con lo establecido en la especificación del proyectista.
- Se procuró tener cuidado con las temperaturas de tendido y compactación que estén dentro de las tolerancias marcadas en la especificación las cuales podían variar de 105°C a 130°C.
- JUNTAS EN APOYOS MÓVILES. Colocado y fraguado el firme estructural y previa colocación de la junta móvil, se procedió a rellenar las fisuras existentes en toda el área, con emulsión catiónica de rompimiento medio RM-2K.
- De ser necesario, se colocó una capa reniveladora de concreto asfáltico de 1.5cm de espesor (máximo), y se compactó de tal forma que se obtuvo una superficie cerrada.

#### 5. Actividades Complementarias.

- COLADERAS. Se debía tener el suministro de coladeras de banquetta de concreto, así mismo se realizó la instalación de las mismas y se tuvo que renivelar las coladeras que sufrieron un cambio de nivel por el tendido de la carpeta.
- BALIZAMIENTOS. Se inició el trabajo de la señalización horizontal en función de los tramos liberados.

## VI.6 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL.

Los cinco requisitos básicos que debieron cumplir los señalamientos de tránsito son: llenar una necesidad, llamar la atención, transmitir un significado simple y claro, que sean respetados por los usuarios y proporcionar el tiempo suficiente para una respuesta adecuada. Por lo tanto el dispositivo de control de tránsito se colocó de manera uniforme y consistente dentro del campo visual del usuario y retirando aquellos que no cumplan su cometido.

#### 1. Actividades Previas.

- Se realizó un programa de colocación de señalamiento con el fin de prevenir las preparaciones conforme avanza la obra y localizar las áreas en los que se requiere su colocación.
- Se verificó que la ubicación de las preparaciones para recibir para cada uno de los señalamientos se encuentren colocados en la posición indicada en el proyecto y definida en los planos emitidos por la dependencia ([ver planos anexos](#)).
- Los señalamientos existentes que no fueron necesarios y no se encontraban indicados en el proyecto se retiraron para evitar interferencias.

#### 2. Señalamiento Vertical Tipo 1.

- El poste de esta señalización, se construyo de PTR de 5.08 x 5.08 x 0.64cm. La altura de los postes cumplieron con lo indicado en el proyecto, las placas base de los postes están constituidos de acero de 15 x 15 x 1.27cm.
- Los postes fueron colocados en la preparación (soldados a la placa base) y se colocaron cartabones de 5 x 5 x 0.64cm, para garantizar estabilidad del mismo. La soldadura para unir el poste a la base y a los montén fue en cordón.
- La señalización para este tipo de poste se construyo de placa galvanizada calibre 16 con las dimensiones indicadas en el proyecto.
- Para el fondo de las señalizaciones PREVENTIVAS se colocó una película reflejante de alta intensidad de color amarillo ó anaranjado, las leyendas o filetes que formen parte de estas señalizaciones se hicieron con tinta opaca para serigrafía o película reflejante de alta intensidad).
- Las señalizaciones RESTRICTIVAS son con fondo de color blanco con película reflejante de alta intensidad, el anillo es de color rojo elaborado con película de alta intensidad o tinta transparente para serigrafía, el símbolo y filete son de color negro de recorte de película o tinta opaca para serigrafía.
- Las señalizaciones INFORMATIVAS son fabricadas de lámina galvanizada calibre 16 fondo verde (película reflejante grado diamante) con película antigrafiti, con la leyenda, flecha, filete, y/o escudo de la ruta en blanco. (Recorte de película reflejante grado diamante) cuando el destino de la señal indicaba algún servicio, se utilizó fondo azul (película reflejante grado diamante) leyenda, flecha, filete y/o símbolo de algún servicio en blanco.

- Para las señalizaciones de SERVICIOS se colocó película reflejante de alta intensidad fondos de color azul, y los símbolos, leyendas y filetes en color blanco de película reflejante de alta intensidad.
- Las dimensiones de las leyendas, símbolos, escudos, anillos y filetes de las señalizaciones deben apearse al Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Áreas Urbanas y Suburbanas de SETRAVI.

### 3. Señalización Vertical Tipo 2 ó Bandera.

- El poste de esta señalización, fue construido de monten de doble canal de 15 x 15cm soldados entre si con cordones de soldadura de 5cm de longitud y separados aproximadamente 30cm, con brazos de PTR de 10.1 x 7.6cm soldados al poste. La longitud y altura de los postes cumplen con lo indicado en el proyecto y las placas base de los postes son de acero de 40 x 40 x 1.91cm.
- Inicialmente se trasladaron los postes para las señalizaciones tipo 2 (bandera) y las láminas galvanizadas con señales al lugar donde se colocaron según se nos indico en proyecto.
- Se fijaron las señales a los brazos de los postes con tornillos galvanizados con rondana de presión y tuerca. Una vez colocadas las señales se verificó que estas sean las adecuadas al lugar de la fijación.
- Una vez vestidos los postes, se inició su colocación, izándolos con la ayuda de una pluma. Se hicieron coincidir las perforaciones de la placa del poste con los pernos ahogados del parapeto. Posteriormente se colocaron las rondanas y las tuercas indicadas en el proyecto. El apriete de las tuercas se realizó de manera alternada para conservar la verticalidad de la señalización. La verticalidad de la señalización se verificó con ayuda de plomadas.
- Posteriormente se colocaron las rondanas de presión y las tuercas, el apriete de éstas se hizo de manera alternada con la finalidad de conservar la verticalidad de la señalización.

### 4. Señalización horizontal (sobre pavimento).

- El trazo de las señalizaciones y líneas sobre el pavimento se realizó con ayuda de la estación total o teodolito.
- Se verificó con estación el trazo de la señalización y las líneas, que correspondan a las indicadas en el proyecto, como son:
  - Líneas Continuas (Separadora de carril M4).- su dimensión es de 10cm de ancho;
  - Líneas Discontinuas M4.- sus dimensiones son 10cm de ancho, 2.5 m de longitud y separación entre ellas de 5.0 m;
  - Líneas de Alto M8.- 60cm de ancho;
  - Línea de paso de peatones M9.- 40cm de ancho;
  - Línea continua doble M3.- 10cm de espesor cada línea y separadas entre si a 10cm, para las Flechas indicadoras del sentido de la circulación F28 y las leyendas de carril exclusivo.
- Posteriormente al trazo se procedió a la colocación de la pintura, la cual fue en color blanco con reflejante 100% acrílica a base de agua, sin contenido de plomo.

### 5. Viales.

- Las Viales se localizaron con ayuda de la unidad total. Previamente a su colocación se revisó que la superficie se encontrara seca y exenta de materias extrañas. Para la limpieza de las superficies y las Viales se utilizó agua a presión.
- Previo a su colocación, se indicó su ubicación mediante un marcado en el pavimento o las estructuras según lo marcado en el proyecto.
- Una vez marcado el sitio de colocación, se procedió a la preparación del adhesivo (resina) epóxico de aplicación en frío y secado inmediato. Los elementos que integran la resina se colocaron en la cantidad suficiente al volumen de la obra, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- El adhesivo epóxico se colocó en la parte inferior de la vialeta en una cantidad suficiente, según producto de fabricante.
- Se fijó la vialeta presionando firmemente la pieza en su sitio pre-marcado. La superficie reflejante se orientó de acuerdo al sentido contrario de circulación de los vehículos.
- El tiempo de secado se determinó de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y las condiciones ambientales. Sin embargo no se permitió el tránsito sobre las vialetas antes de una hora.



- Cuando el proyecto marcó elementos de sujeción en lugar de adhesivo epóxico, para la sujeción de las vialetas, se perforaron los orificios en la superficie del pavimento o estructura de tal forma que las vialetas quedaron orientadas de acuerdo a lo marcado en el proyecto.

## VI.7 DETALLES FINALES, (GUARNICIONES, BANQUETAS, JARDINERÍA).

Para que una vialidad funcione eficientemente, debe delimitarse adecuadamente el límite de rodamiento, para garantizar la seguridad de los peatones, esto se hace construyendo guarniciones y banquetas; además de que es necesario mejorar la imagen urbana alrededor del distribuidor vial con la construcción de estas, así como es necesario restituir los árboles derribados durante la ejecución de los trabajos, en función del resolutivo de impacto ambiental autorizado.

### 1. Guarniciones y Banquetas.

- El trazo de las guarniciones se realizó con ayuda de la estación total o teodolito, así como un nivel fijo, para la verificación de niveles.
- Se debió tener un área limpia, las guarniciones cuentan con 50cm de altura, de los cuales 25cm quedaran como luz de guarnición.
- Se tiene una base de 20cm y una corona de 15cm, se coló con un concreto  $f'c= 200 \text{ kg/cm}^2$ .
- Antes del colado de las banquetas se les colocó malla electrosoldada 6-6/10-10.
- Las banquetas tienen un acabado tipo estampado y un espesor de 10cm, el  $f'c$  es de  $150\text{kg/cm}^2$ .
- Para la construcción de banquetas era necesario hacer la renivelación del terreno, así como los cortes de raíces de árboles,

### 2. Jardinería.

- Para dar inicio a las actividades de preparación del suelo de los taludes donde se realizó la plantación de especies vegetales, se llevó a cabo la limpieza del área, con la finalidad de retirar todo tipo de material de desperdicio (concreto, acero, madera, basura, etc.).
- Previo al inicio de las actividades de plantación de especies vegetales y composición de áreas verdes, se verificó que las banquetas y guarniciones se encuentren totalmente terminadas y se revisó su ubicación exacta de acuerdo a lo especificado en los planos de proyecto ([ver planos anexos](#)).
- Una vez que se ha retirado todo el material de desperdicio, se procedió a la preparación del terreno.
- JARDINERAS DE CAMELLONES CENTRALES. Se rellenaron con tierra de tepetate en capas de 20cm de espesor hasta alcanzar una altura total de 60cm. Cada una de las capas se compactó con rodillo o pizón de mano, agregando la humedad necesaria.
- Una vez que se ha alcanzado la altura especificada del tepetate, se colocó una capa de 20cm de tierra vegetal o tierra fértil.
- Posteriormente se inició la plantación del VIBURNIO especie (VIBURNUM SPP) en cepas de 30 x 30 x 30cm. Las cuales una vez plantadas se realizó un riego con agua suficiente para garantizar su adaptación al terreno.
- JARDINERIA EN CONFINAMIENTOS BAJO PUENTE. Estas actividades se realizaron en paralelo con las anteriores.

# CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES.

- Derivado que las obras de Ingeniería Civil, son de vital importancia para el desarrollo económico, político, social y cultural de los países (México), durante los últimos años el gobierno del Distrito Federal esta constantemente invirtiendo y actualizando la infraestructura y servicios para la sociedad, utilizando los servicios profesionales de jóvenes egresados de escuelas públicas, generando equipos de trabajo, que generan obras de alta calidad, en un corto tiempo y a un bajo costo.
  - Mencionando la herramienta y el equipo como parte fundamental en la labor cotidiana de un ingeniero, en la ejecución de esta obra, se utilizaron nuevas tecnologías, (vibrohincador y máquina demoladora de pilotes), ayudando en gran medida a reducir los tiempos de ejecución de los procedimientos constructivos.
  - Al ponerse en operación el puente, resolverá los conflictos del tránsito que se originan en la zona debido al gran aforo vehicular en la dirección norte-sur y viceversa; disminuirá el tiempo de recorrido en ambos sentidos de circulación de periférico y le dará continuidad a la Av. Muyuguarda y Cafetales que forma parte de el Eje Troncal Metropolitano.
  - Con base en el análisis desarrollado en los diferentes estudios, así como en las investigaciones realizadas, se han identificado q los impactos del proyecto en el ámbito socioeconómico que son principalmente, la ampliación de la infraestructura vial para sostener la capacidad de circulación y cubrir las deficiencias actuales en los servicios existentes en este acceso a la Ciudad de México, que es uno d los mas importantes.
  - La construcción del puente vehicular traerá empleos temporales que beneficiarán a los habitantes de las zonas adyacentes al lugar.
  - Con la operación del puente vehicular, disminuirá el tiempo de traslado de las personas hacia su trabajo, escuela, hogar o cualquier otro destino.
-

- La construcción de puente vehicular, es un proyecto que responde a una acción del programa gubernamental de la Ciudad de México y que beneficiará a las personas que habitan en el lugar y a todos aquellos habitantes del sureste de la ciudad que por algún motivo, necesariamente tienen que trasladarse al centro y norte de la misma.
  - El beneficio del eje troncal Metropolitano será que gran parte del tránsito del Oriente y Sur de la Ciudad de México disminuirá de manera considerable, beneficiando en promedio a 900 mil habitantes por día. Al término de su construcción esta vialidad será la de mayor longitud en la ciudad de México, superando a la Avenida Insurgentes que actualmente es la más larga. Entre los beneficios de este corredor se pueden destacar la disminución de los niveles de contaminación por hidrocarburos, reducción de tiempos de recorrido y la pérdida de horas-hombre, entre otros.
-

# ALBUM FOTOGRAFICO

“CAPITULO I”

ANTES DE LOS TRABAJOS





“ CAPITULO II ”

TOPOGRAFIA





## SEÑALAMIENTO PROVISIONAL Y SEGURIDAD VIAL





## OBRAS INDUCIDAS

### DESVIOS DE TUBERIA DE AGUA POTABLE





...CONTINUACION DE AGUA POTABLE





DESVIOS DE TUBERIA DE DRENAJE



.....CONTINUACION DE DRENAJE





### DESVIO DE TUBERIAS DE GAS NATURAL





## COLGANTEO DE LA TUBERÍA DE GAS NATURAL Y ENCAMISADO DE TUBERIA DE PEMEX





## DESVIO DE LINEAS AEREAS DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO



## CONSTRUCCION Y RETIRO DE PUENTES PEATONALES



Retiro de puente peatonal que cruza el anillo periférico



Construcción de puente peatonal ubicado en anillo periférico



Lámina ROMSA para el sistema de piso del puente



Construcción de puente peatonal ubicado en el Eje 3 Ote



Construcción de puente peatonal ubicado en Av. Muyuguarda



## TRABAJOS EN EL RIO SAN BUENA AVENTURA



Gasto excesivo debido a época de lluvia



Colocación de machimbrado



Canalización de aguas negras del río San Buena Aventura sin interferir con los trabajos de excavación

## “ CAPITULO III ”

AMPLIACION DEL BORDO DE CONTENCIÓN Y  
PLATAFORMAS DE APOYO

Confinamiento del área mediante costaleras



Construcción de terracerías para acceso de maquinaria





...continuación de la construcción de terracerías para acceso de la maquinaria



Ubicación de accesos para maquinaria

## FABRICACION DE PILOTES





## TRANSPORTE DE PILOTES



## PREPARACION DE LOS PILOTES



## UBICACIÓN Y TRAZO DE LAS COORDENADAS DE LOS PILOTES





## PERFORACION PREVIA



---

## PRESENTACION O LANZADO DE PILOTES





## HINCADO DE PILOTES



Extensión de tres metros que se le acopla al martillo para que el pilote llegue hasta el nivel de desplante que se estableció .

---

“ CAPITULO IV ”

TRAZÓ Y NIVELACIÓN DE LA ZAPATA



Trazo de la zapata a excavar e infraestructura existente

---



## CONTENCIÓN TEMPORAL CON MURO BERLÍN



Perforación previa para el hincado de vigas



Vigas IPR de 8''



Vibrohincador



Vigas IPR de 8'' ya hincadas en forma vertical dentro del terreno natural.



## ETAPAS DE LA EXCAVACIÓN





## COLOCACION DE GUALDRAS Y TABLONES



Colocación de tablones en todo lo ancho y largo de la excavación



Colocación de gualdras y tablones

Las gualdras rigidizan los tablones







Ya se colocó el Muro Berlín en tres caras de la zapata



El tablestacado finalmente se colocó en las cuatro caras, llegando hasta la profundidad de desplante de la zapata



Se efectuó la colocación horizontal del perfil de viga madrina IPR de 10", este perfil se fija a las vigas IPR de 8" colocadas verticalmente





Cinturones de Vigas Madrinas IPR de 10''



Colocación de las Patas de Gallo con IPR de 10''



Colocación de Puntales ó Troqueles





Colocación del segundo nivel de Troqueles ó Puntales



Aplicación de la carga al Gato Hidráulico



## PLANTILLA DE TEZONTLE



Colocación de la capa rompedora de capilaridad a base de una plantilla de Tezontle en greña acomodado hasta el 95% de su densidad.

## PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE



Colado de la plantilla de concreto simple en toda el área de la zapata.



## INUNDACION DE ZAPATAS



Inundación de zapatas debido a lluvias o a tuberías de drenaje que se fracturaban en el momento de los trabajos



Bombeo de achique para resolver la inundación de las zapatas



## DEMOLICION DE PILOTES



Descabece de pilotes por medio de martillos neumáticos rompedores



Demolición del pilote hasta descubrir acero en una longitud de 1.0 metro



Acero que pertenecía al alma del pilote que servirá para realizar la conexión entre la cimentación profunda y la cimentación superficial.



Fragmentos de concreto procedentes de la demolición de pilotes.

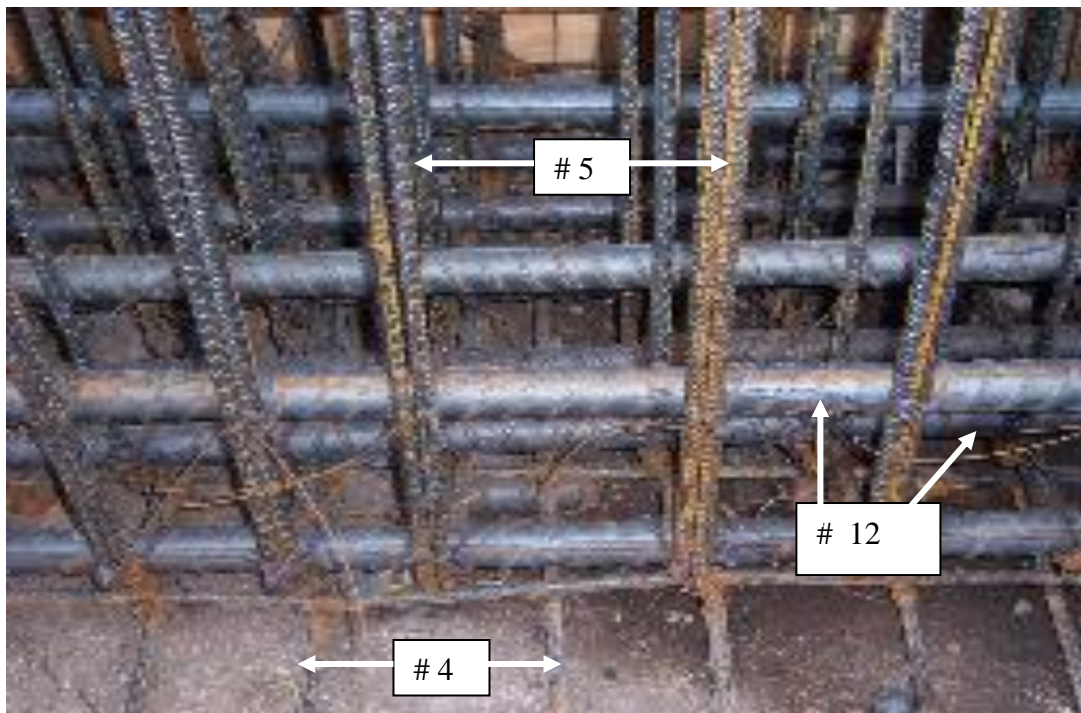
## ARMADO DE CONTRATRABES Y CANDELEROS



Limpieza de la zapata para empezar con el armado de la losa fondo



Habilitado del acero para candeleros y contratrabes



Diferentes espesores de varillas empleadas para el armado.





Empalme traslapado varilla menor del #8



Empalme mediante Bulbeo (Varillas soldadas con diámetros iguales ó mayores del #8)



Armado de Losa fondo



Armado de contratrabes





Armado del acero principal longitudinal y transversal con varilla del #12



Colocación de estribos con varilla del #4



Contratabes Transversales





Colocación del acero de temperatura dentro de las contratrabes con varilla del #4



Armado de contratrabes terminado al 100%

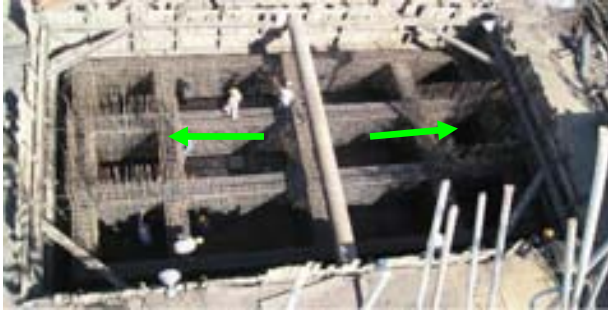


Armado de la Losa Fondo del Candelero con varilla del #6, con dos parrillas



Armado de las paredes del Candelero revestido con estribos del #5





Zapata con 2 candeleros



Zapata con 4 candeleros

## CIMBRADO DE CONTRATRABES Y CANDELEROS



Aplicación de desmoldante



Cimbrado de las contratrabes centrales



Cimbrado de las contratrabes exteriores



Apuntalamiento de la cimbra



Cimbra colocada al 100%



## COLADO DE LA ZAPATA



Al concreto se le procedió a aplicar un aditivo fluidificante, para hacerlo manejable y bombeable (que para este caso llego a ser hasta de 30m).



Colado de la zapata con una resistencia a la compresión de  $300 \text{ kg/cm}^2$ ,



Vibrado del concreto para asegurar un acomodo adecuado del mismo.





Primera parte del colado de la zapata, hasta el 80% de su altura



Prueba de revenimiento del concreto.



Cilindros para pruebas de compresión



Se procedió a realizar el descimbrado de las contratraves sin maltratar dichos elementos.





## LOSA TAPA



Cimbrado de las celdas de la losa tapa      Registros de 60x60cm para recuperar la cimbra.



Armado de la losa tapa con varilla del No. 4 a cada 15cm, en dos parrillas



Utilización del vibrador en el colado de la losa tapa para lograr el acomodo de la mezcla





Colado de la losa tapa finalizado



Extracción de la cimbra muerta introduciéndose en los registros de 60x60cm



Relleno de la zapata en todo el perímetro con material de tezontle

## ESTRIBOS Y MUROS DE CONTENCION



Armado y cimbrado de la zapata del muro estribo



Colado de la zapata del muro estribo



Armado del muro estribo con varilla del #4



Colado del muro estribo



Muro estribo







Armado de los muros de contención



Armado y cimbrado de los muros de contención



Cimbrado de los muros de contención



Muros de contención ya colados



Colocación del relleno aligerado a base de tezontle en greña para formar el terraplén



Colocación de la Sub-Base





Colocación de la Base



Compactación de la Base hasta el 100% de su Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.)



Colocación de la carpeta asfáltica a nivel terraplén



## “CAPITULO V”

## ELEMENTOS PREFABRICADOS



Columnas circulares



Columnas Oblongas



Trabe TA (Trabe de apoyo)



Trabe TC (Trabe de conexión)



Trabe TCA (Trabe conexión-apoyo)



Trabe TA9  
(Ancho amplio y una longitud reducida)



Trabe TA6  
(Ancho reducido y una longitud amplia)

### Fabricación de Columnas





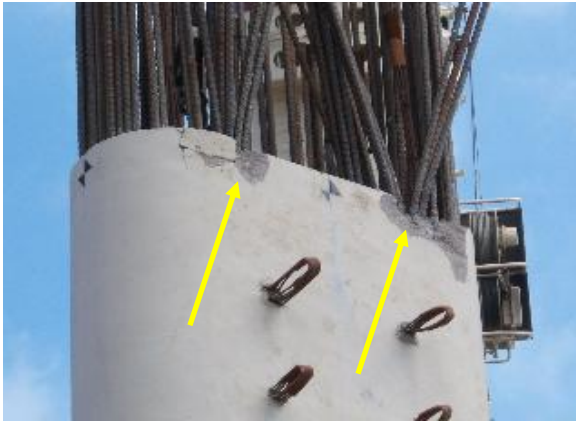
### Fabricación de Trabes



### TRANSPORTE DE COLUMNAS



## VERIFICACION DE LA COLUMNA



Al descargar la pieza en obra, esta sufrió despostillamientos



La brigada de Topografía verifica la geometría, alturas y niveles de la columna



Ganchos de izaje de la columna



Disparos de la columna



Torones de la columna







Escarificado de las caras del dado de conexión de la columna



Pasos de conexión del dado del dado de la columna



Orificio roscado que se encuentra en la parte inferior del dado de la columna



Colocación del tornillo ó perno nivelador dentro del orificio roscado del dado



Colocación de las palomas de nivel topográfico y ejes de referencia



## POSICIONAMIENTO DE GRUAS



Al efectuar la estabilización del terreno con rellenos compactados, se ubicaron las instalaciones de Gas natural, PEMEX, agua potable y drenaje



Posición y ubicación de las grúas que van a realizar el izaje de la columna





En esta foto se muestran las interferencias u obstáculos que tienen que librar las grúas y la columna al momento de efectuar el montaje.  
(En este caso se observan los postes de alumbrado público y las edificaciones.)



Los contrapesos se colocaban en función del peso del elemento que se iba a levantar



En cada estabilizador se colocaron planchones o placas de transmisión de esfuerzos con la finalidad de tener mayor área de apoyo donde la carga se hace puntual.

## MONTAJE DE LA COLUMNA



Se revisó que los estrobos se encuentren en perfecto estado



Revisión y colocación de los grilletes, también llamados omegas ú orejas



Colocación de los elementos de izaje (estrobos y grilletes) en la columna.



Izaje de la columna





Se sueltan los grilletes que se encuentran conectados con los estrobos de la grúa de pateo



Corte de ganchos de izaje de la columna con equipo de oxicorte



Se introduce la columna dentro de la zapata





Colocación de las varillas de conexión dentro de los pasos ó ductos de conexión



Descenso de la columna hasta el fondo del candelero y colocación de las cuñas estabilizadoras metálicas



La brigada de topografía procede a verificar la alineación y nivelación de la columna

## CONEXIÓN ZAPATA - COLUMNA



Colado del Grout para rellenar los espacios que existen entre el dado de la columna y las paredes del candelero.



Colocación de pasadores (placas candado)



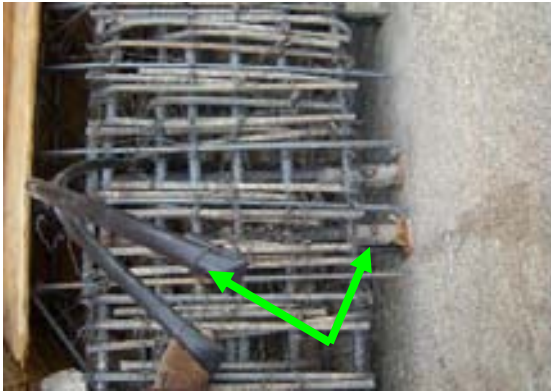
Recuperación de cuñas estabilizadoras



Armado del hombro del candelero (conexión entre la zapata y la columna)







Colocación de las mangueras en los ductos de conexión de la columna-zapata



Cimbrado de los hombros de conexión de la zapata



Colado de los hombros de conexión de la zapata



Descimbrado de los hombros



Inyección del Grout en las mangueras

## TRANSPORTE Y MONTAJE DE TRABES



Traslado del elemento prefabricado mediante transporte tipo modular



Estabilización del terreno con rellenos compactados



Confinamiento del área de montaje





El modular acerca la pieza lo más cerca posible del lugar del montaje



Posicionamiento de las grúas que efectuaran el izaje de la trabe.

#### Izaje de la trabe





...continuación del izaje de la trabe



En muchos casos se ocupa un balancín para el montaje de las traves



Apoyo móvil tipo encapsulado



Apoyo fijo tipo encapsulado



Accesorios de los apoyos tipo encapsulado



Ubicación de los apoyos móviles ó fijos según sea el caso



## CONEXION TRABE - COLUMNA



Acopladores ó trompetas



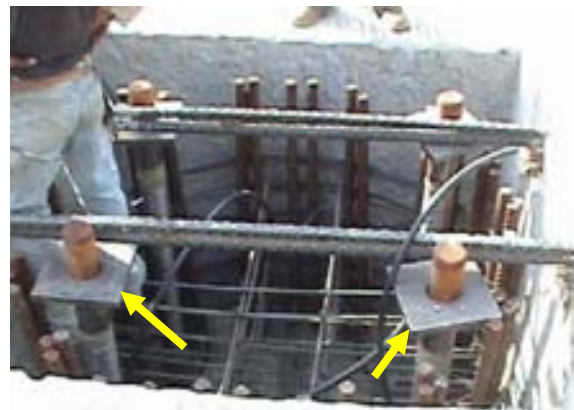
Grout en el perímetro de la trompeta para garantizar el sello de la misma



Colocación de ductos engargolados para protección del Torón



Estribos en forma de gusano para realizar la protección del ducto engargolado y del Torón



Colocación de las 4 placas para el anclaje directo de los torones





Armado de la conexión trabe-columna, colocando varillas del #10 en forma de U para realizar la grapa



Cimbrado sobre las 4 placas de acero



Colado de la conexión con una  $f'c=450\text{kg/cm}^2$



Descimbrado y preparaciones para iniciar el pos tensado de los torones.



Proceso para aplicar el tensado a los torones

## CONEXION TRABE - TRABE "CABEZAL"



Armado del cabezal que conecta estructuralmente a dos traves tipo TA6



Ductos por donde pasan los Torones que efectuaran el tensado de trabe-trabe



Cabezal ya colado



Diafragmas metálicos con tubería de diámetro de 4"





Procedimiento del Tensado del Cabezal



## “CAPITULO VI”

## FIRME DE COMPRESION



Colocación de una junta de calzada



Tensado de los apoyos fijos y móviles



Acero de refuerzo de la trabe que servirá para el anclaje de esta con el firme



Para el armado del firme de compresión se utilizaron varillas del #4 y del #3



Se efectúa el anclaje entre el acero de la trabe y el acero del firme de compresión.



Acero de refuerzo que servirá como anclaje del parapeto de concreto



Unicel que se usa de aligeramiento para firmes de compresión con espesores mayores a 30cm



Tubería de PVC flexible de 51mm para alumbrado bajo puente



Cimbra común perimetral (cimbra frontera)



Colado del firme de compresión



El concreto para el firme de compresión ocupa una resistencia de  $300 \text{ kg/cm}^2$



## PARAPETO DE CONCRETO



Armado del parapeto metálico con varillas del #6 y del #4



Placa base que ira empotrada en el armado del parapeto de concreto



Las placas base van colocadas a una distribución de 2m de separación entre cada una de ellas en todo lo largo



Aligeramiento con tubo de cartón de 6" y 4"



Tubería eléctrica para alumbrado sobre puente





Colocación de obra falsa



Cimbra metálica del parapeto de concreto



Colado del parapeto de concreto



La resistencia a la compresión del parapeto de concreto es de  $250 \text{ kg/cm}^2$

## PARAPETO DE METALICO



Tubería de 6", 4" y 3" para el parapeto metálico



Habilitado del parapeto metálico



Soldado del parapeto metálico



Parapeto prefabricado en tramos de 6m



Transporte del parapeto metálico



Colocación del parapeto metálico



Aplicación de soldadura para unir tramos de parapeto metálico



Sobre el primario anticorrosivo se aplica la pintura de esmalte color plateado



## ALUMBRADO SOBRE PUENTE, BAJO PUENTE Y A NIVEL SUPERFICIAL



Accesorios para el alumbrado sobre puente



Sistema de tierras a base de un tubo de concreto de 20cm de diámetro que aloja a la varilla



Se aprecia como la caja cuadrada montada en la trabe se conecta con el tubo conduit flexible (sujetado este con abrazaderas), para continuar con la canalización de los cables que alimentaran toda la luminaria del distribuidor vial, para finalmente llegar hasta los interruptores termo magnéticos de gabinete.







Tablero de control



Base sobre el parapeto de concreto para soportar los postes de alumbrado sobre puente



Alumbrado sobre puente



Alumbrado bajo puente

## CARPETA ASFALTICA



Riego de impregnacion con emulsion cationica RM-2k



Riego de liga aplicado con la petrolizadora



Manteo con material de mezcla asfáltica



Tendido de carpeta asfáltica sobre puente



Tendido de carpeta asfáltica, con una cuadrilla de rastrillos para eliminar juntas frías







Fresado de carpeta asfáltica vieja



Tendido de carpeta asfáltica bajo puente



Compactación con plancha de doble rodillo liso

Terminado con plancha de rodillo de neumaticos



Renivelación de coladeras y brocales



## SEÑALIZACION HORIZONTAL Y VERTICAL



Señalamiento vertical tipo 1



Señalamiento vertical tipo 2



Señalamiento preventivo  
(película reflejante de color amarillo y  
leyenda ó filetes con tinta opaca).



Señalamiento restrictivo  
(fondo de color blanco con película reflejante  
de alta intensidad, el anillo será de color rojo  
el símbolo ó filete serán de color negro)



Señalamiento informativo  
(película reflejante de color verde y  
la leyenda ó filete con tinta color blanco)



Señalamiento de servicios  
(película reflejante de color azul y  
la leyenda ó filete con tinta color blanco)



Señalamiento horizontal a nivel bajo puente



Señalamiento horizontal a nivel sobre puente



Violetas



## GUARNICIONES Y BANQUETAS



Cimbrado de la guarnición



Guarnición colada



Aplicación de pintura a la guarnición



Aplicación de malla metálica



Colado de la banqueta con  $f'c=200\text{kg/cm}^2$



Estampado de banqueta



Banqueta terminada



---

## JARDINERIA



## VISTA PANORAMICA DEL DISTRIBUIDOR VIAL PERIFERICO - MUYUGUARDA









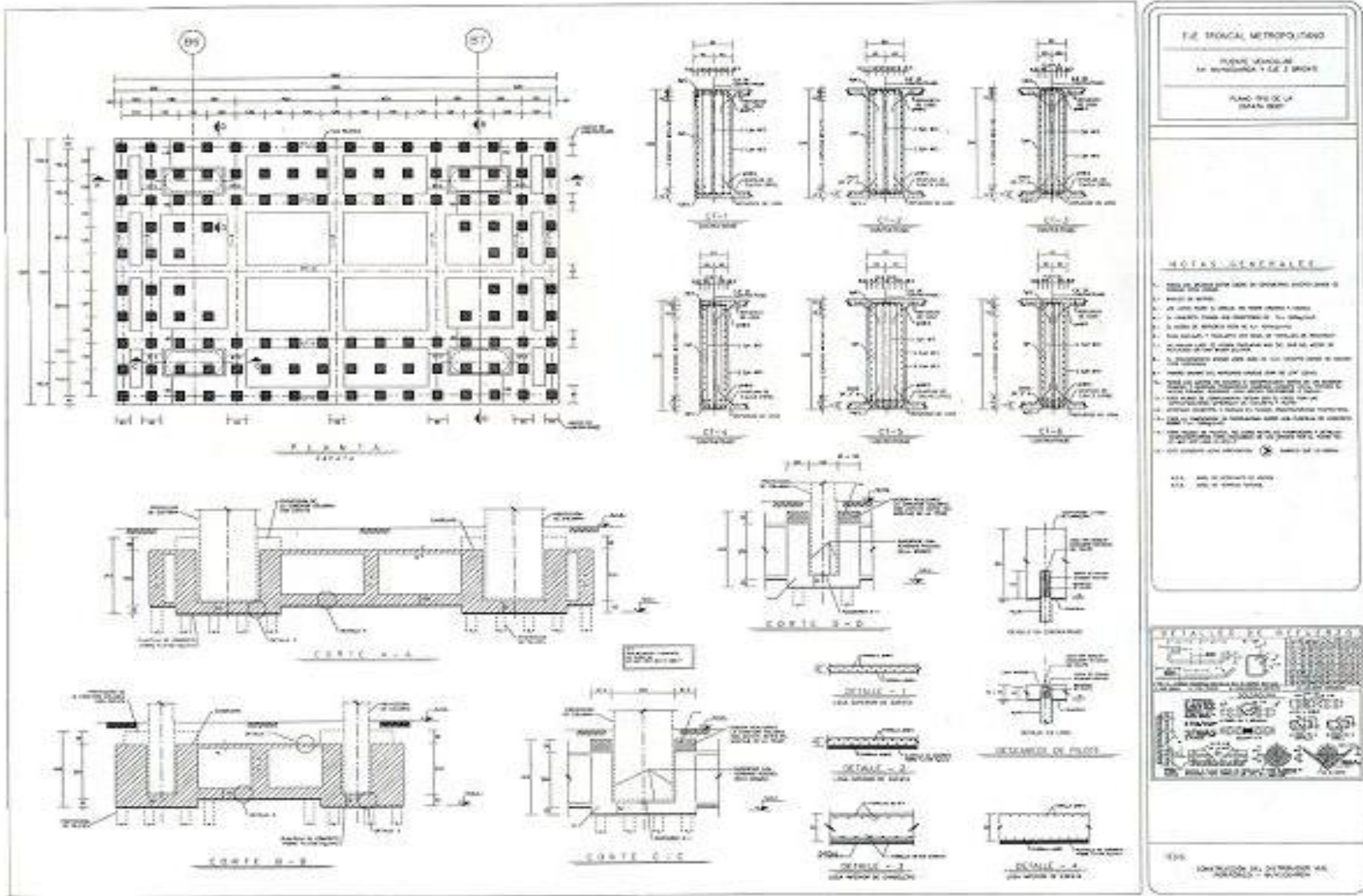


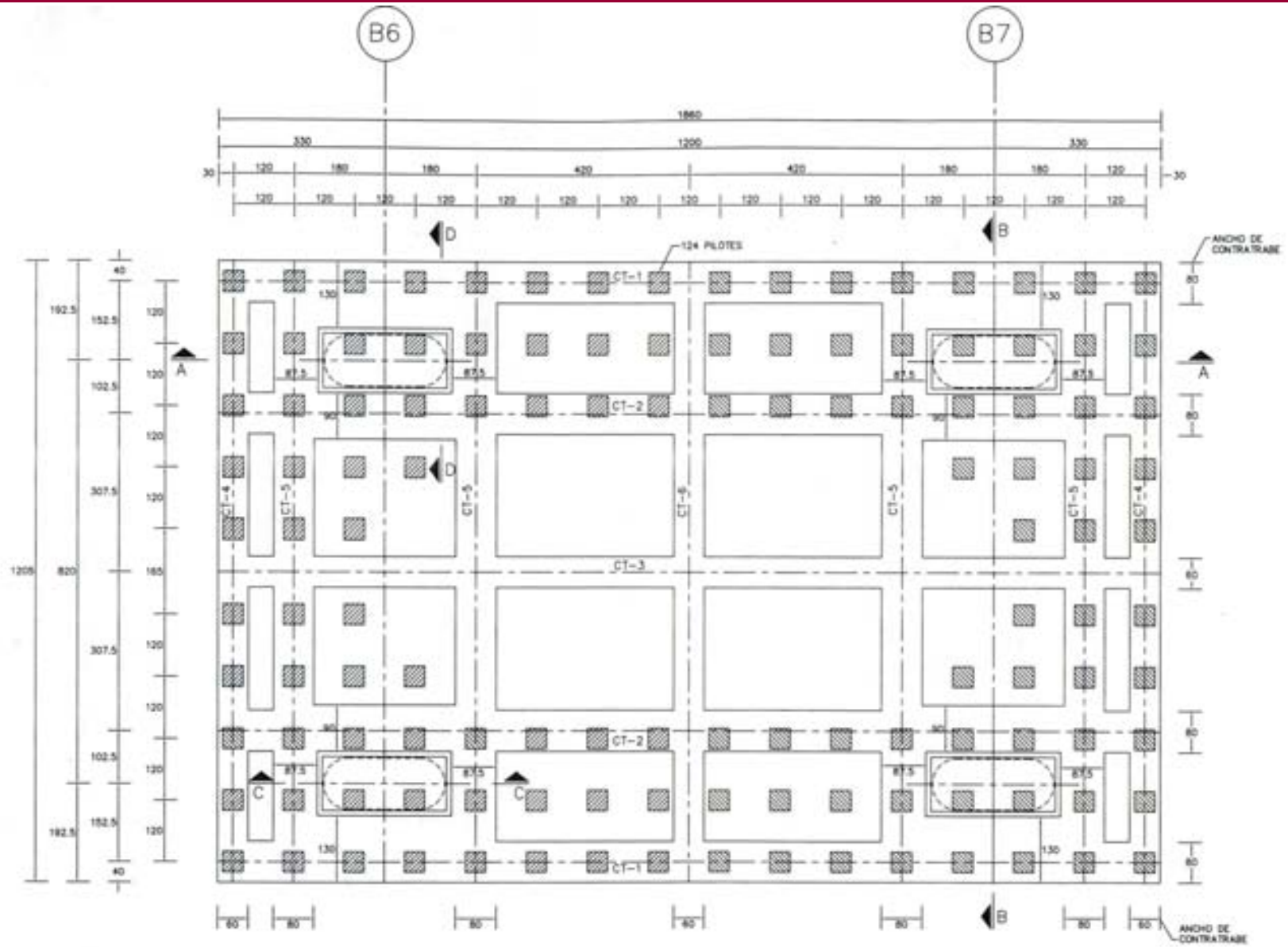


# ANEXOS

(PLANOS ANEXOS)

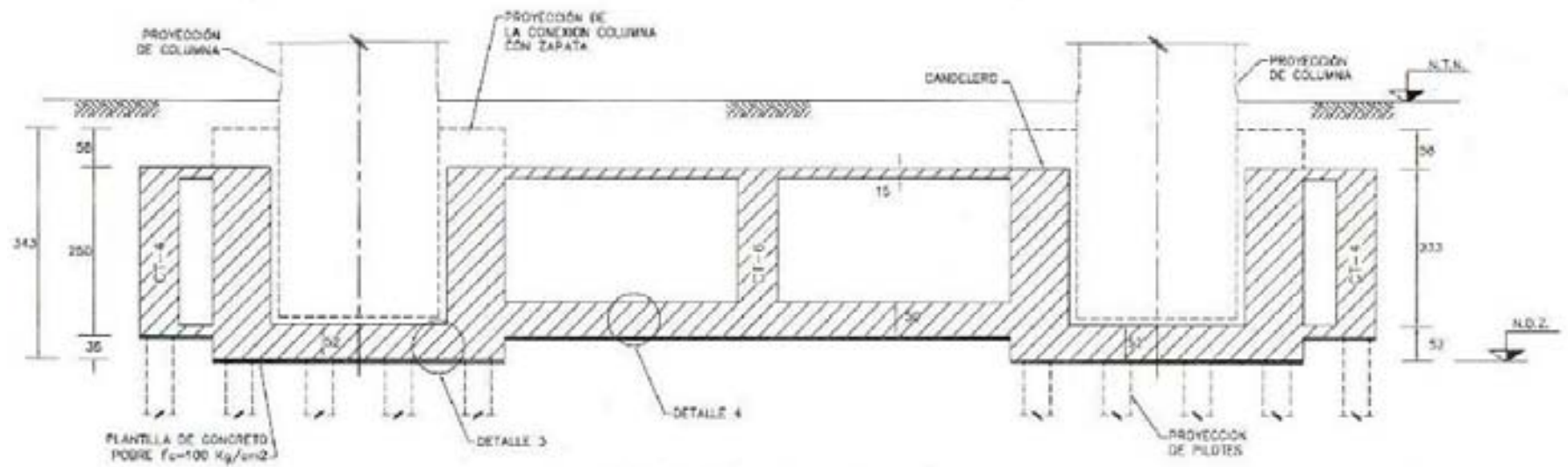
PLANOS DE ARMADO DE ZAPATAS, CONTRATRABES Y LOSAS



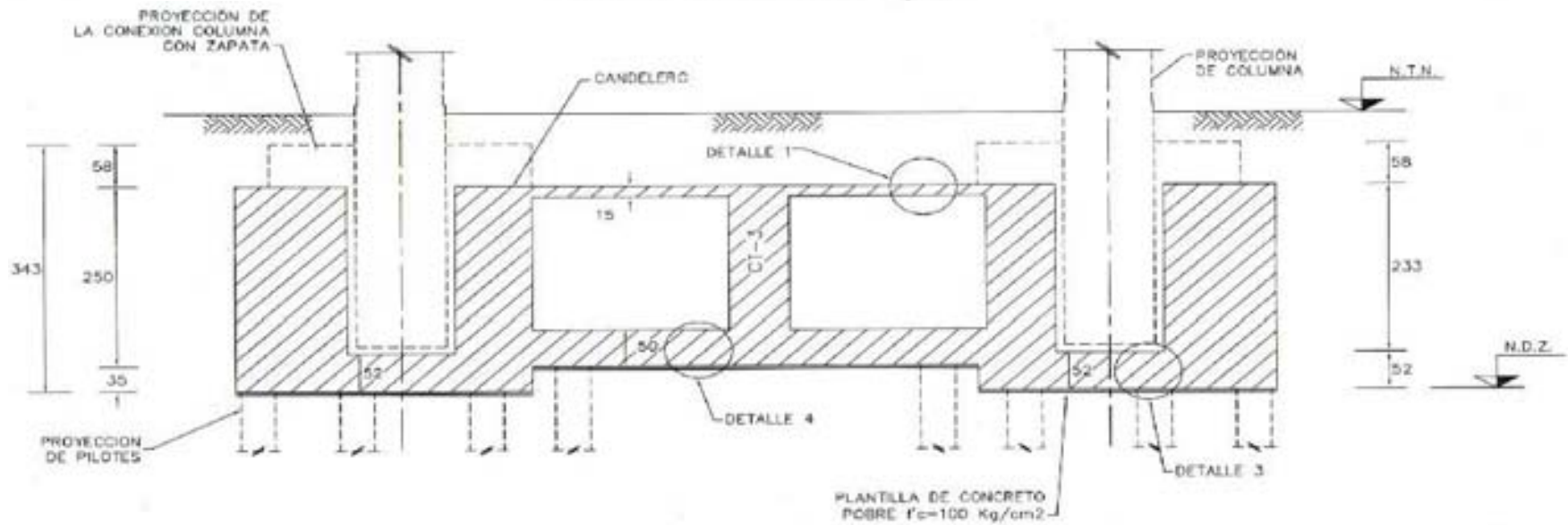


PLANTA  
ZAPATA

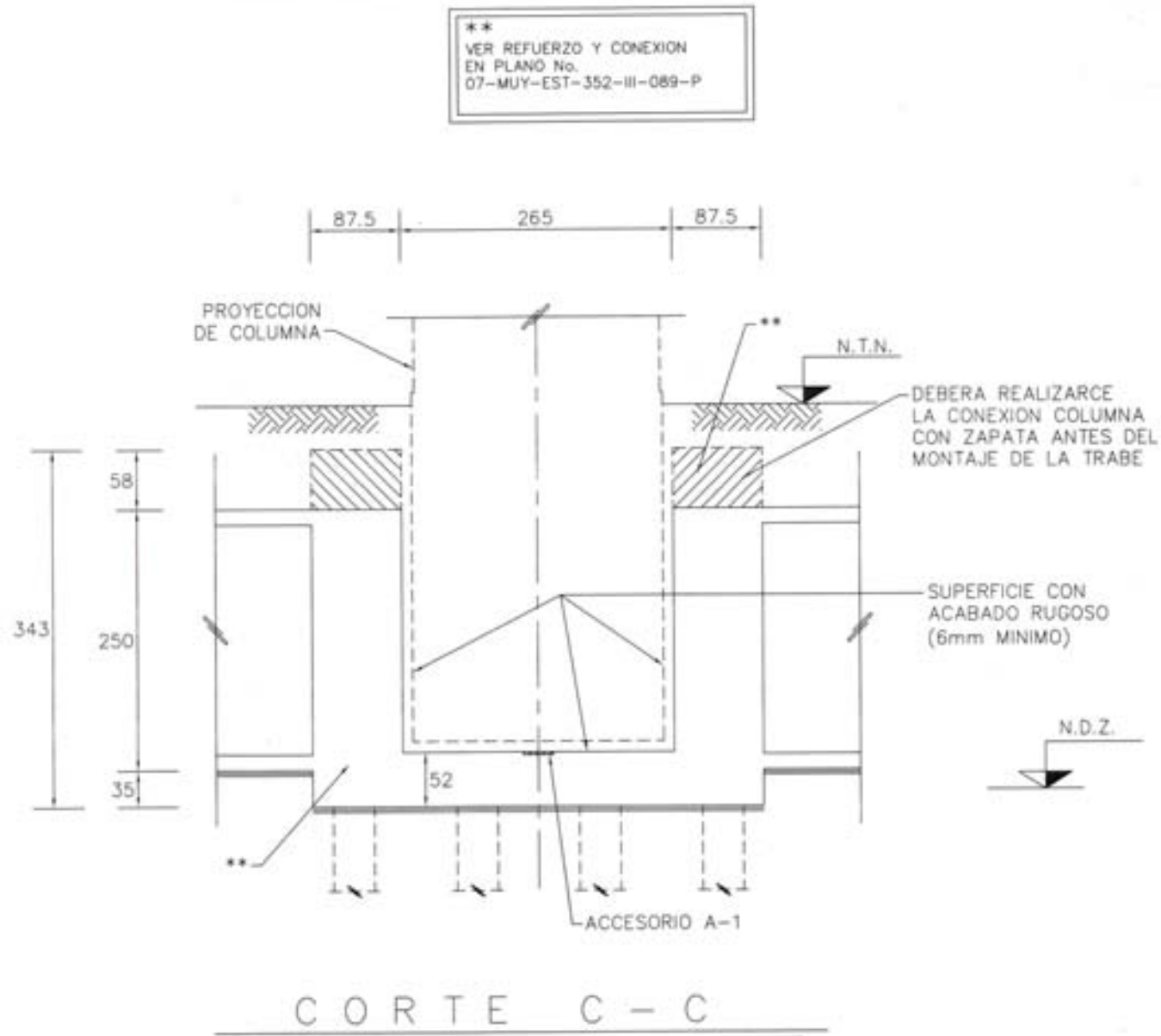




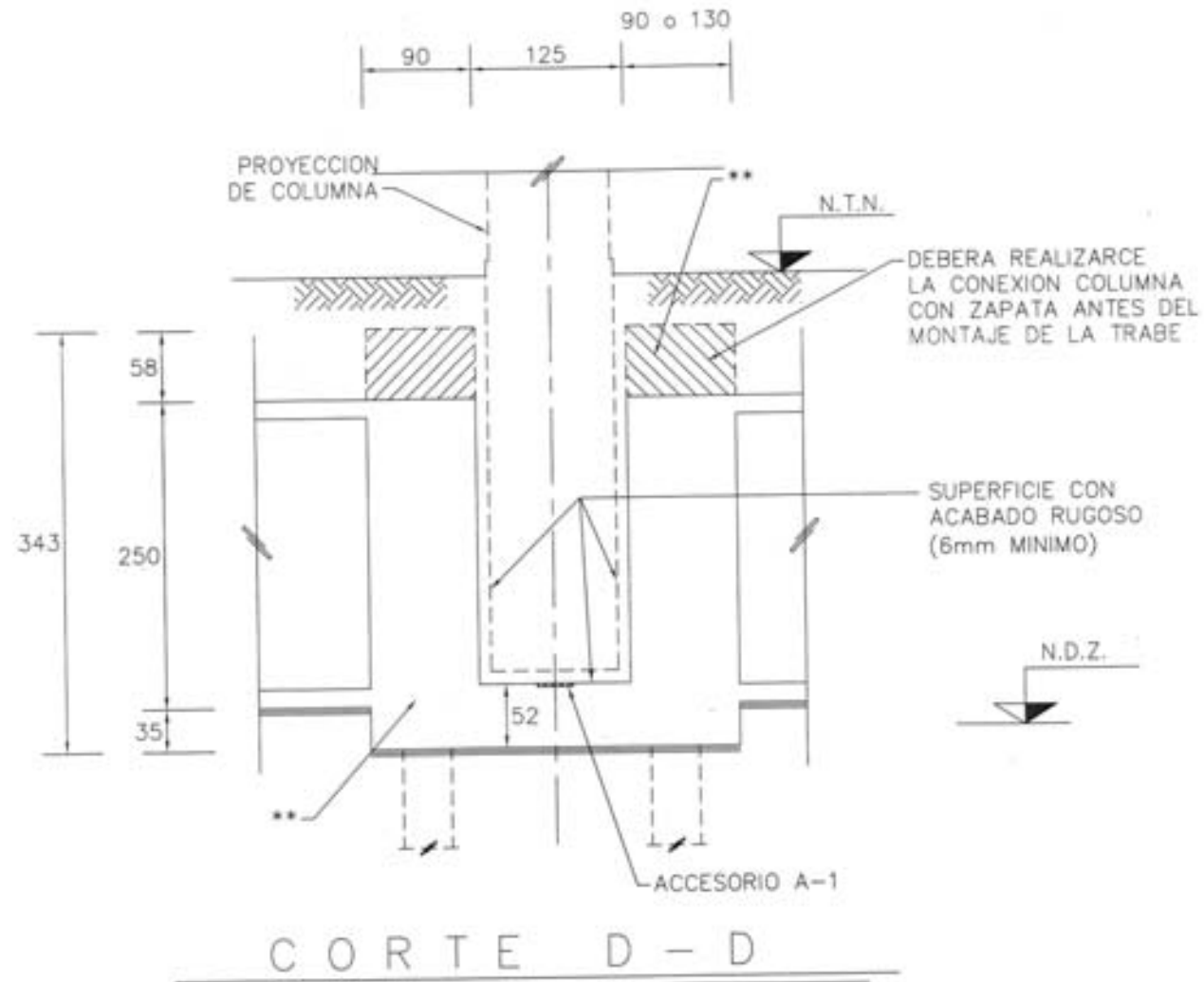
CORTE A - A



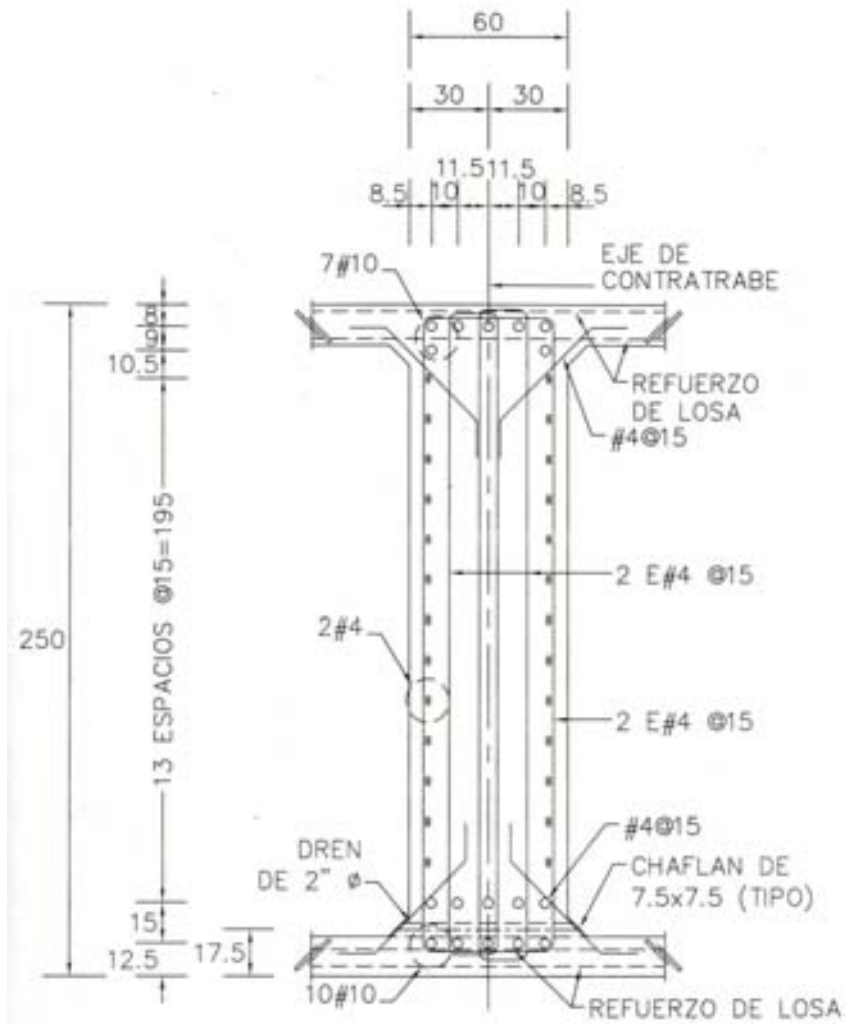
CORTE B - B



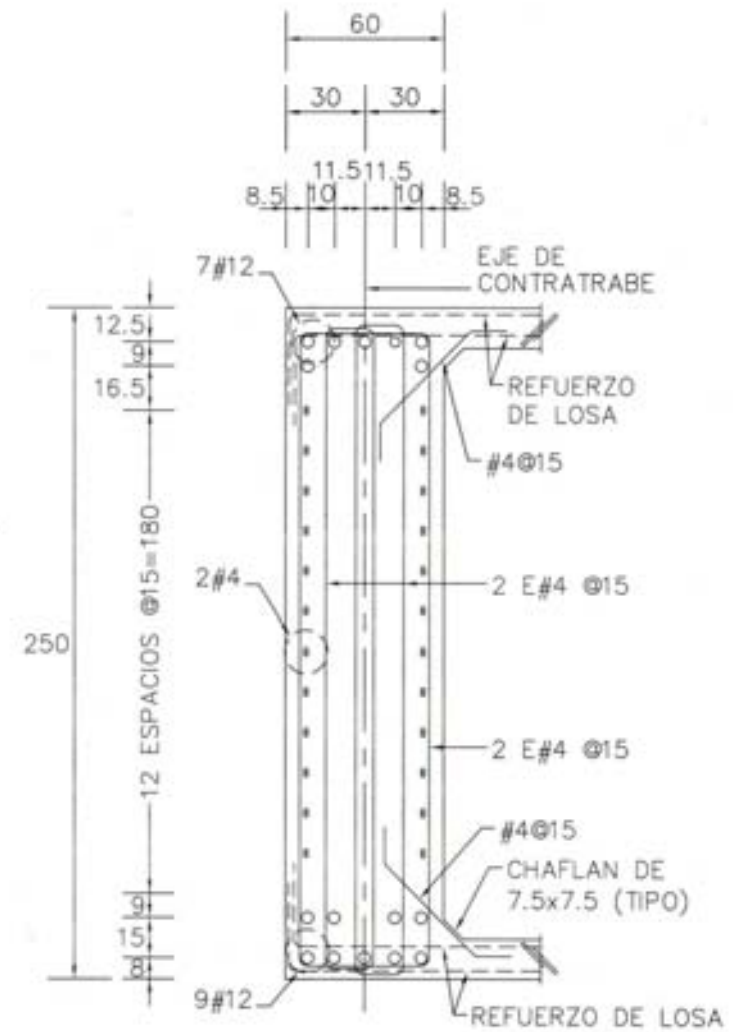
\*\*  
VER REFUERZO Y CONEXION  
EN PLANO No.  
07-MUY-EST-352-III-089-P



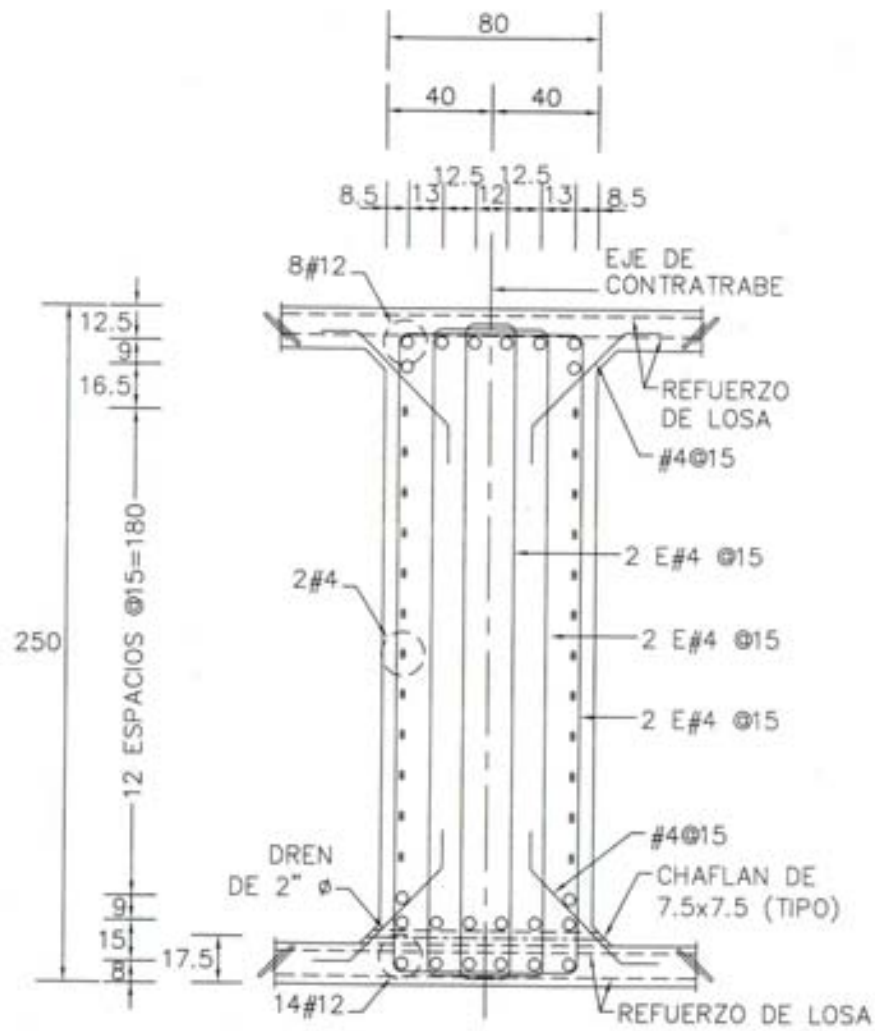




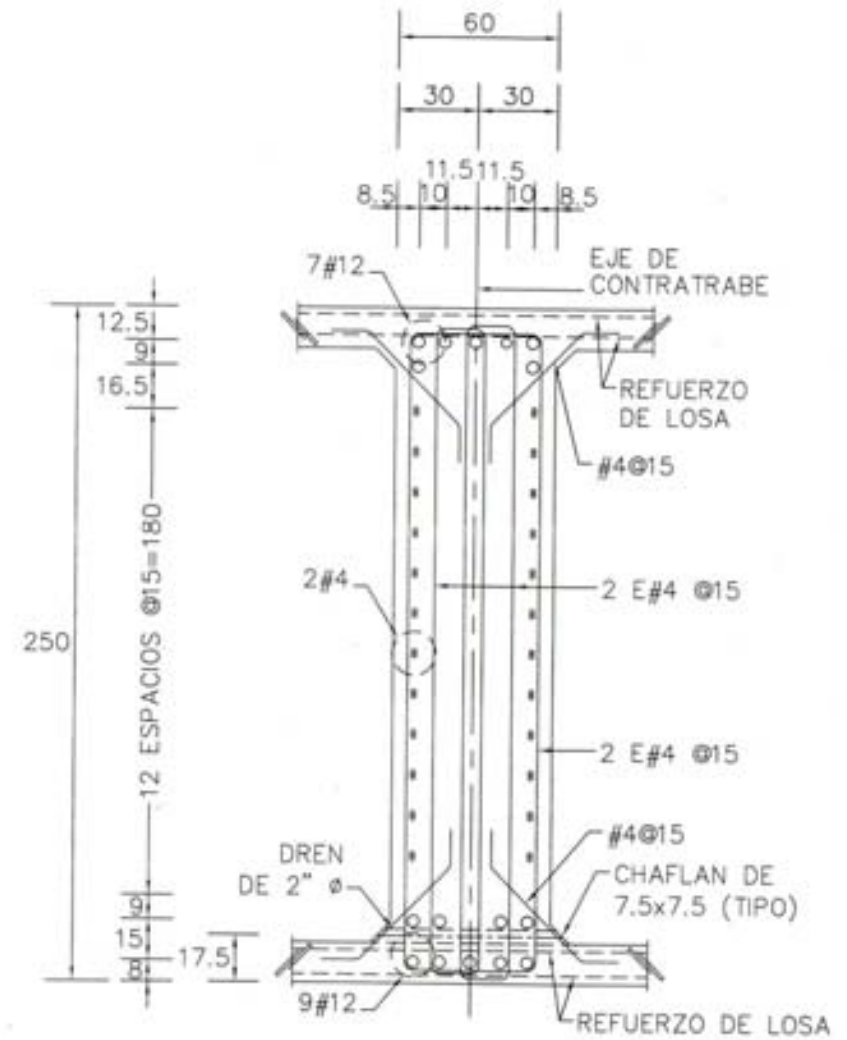
CT-3  
CONTRATRABE



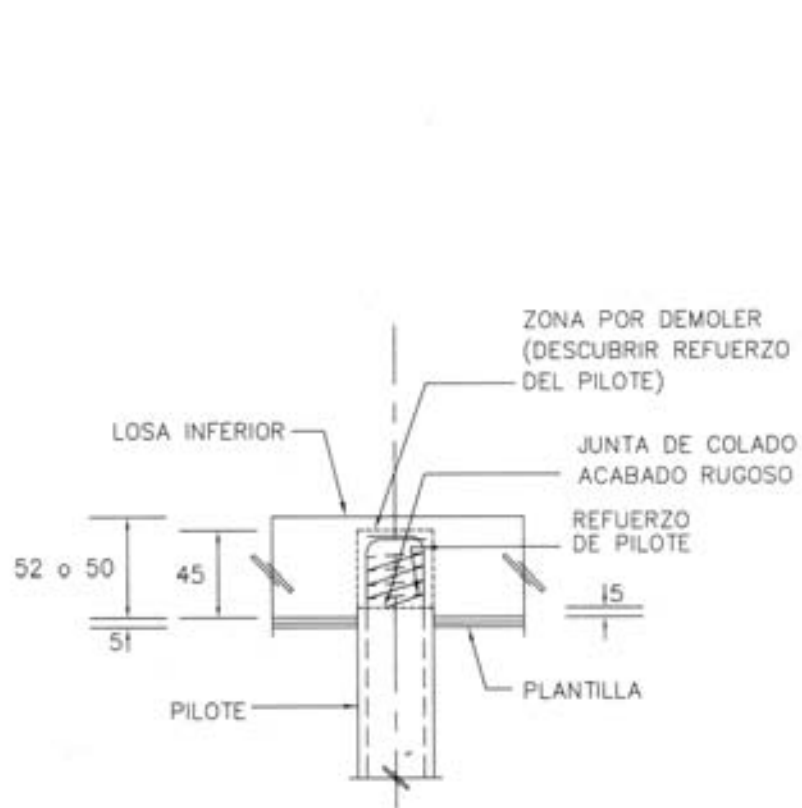
CT-4  
CONTRATRABE



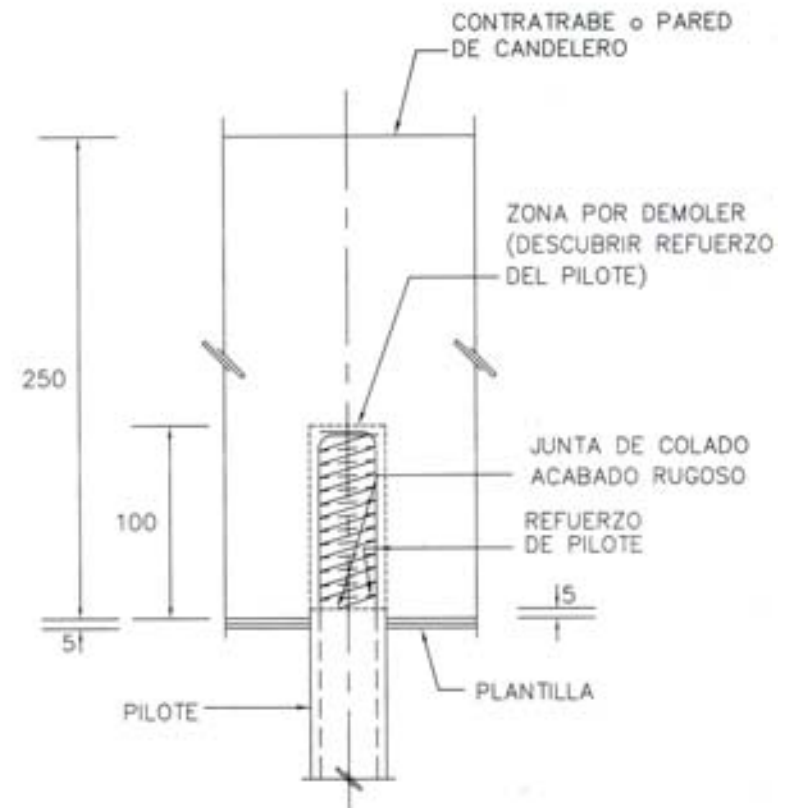
CT-5  
CONTRABE



CT-6  
CONTRABE



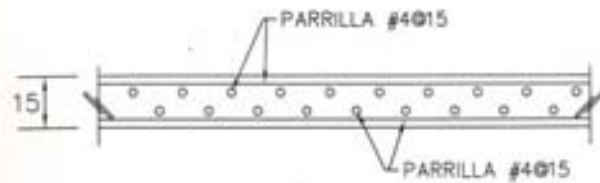
DETALLE EN LOSA



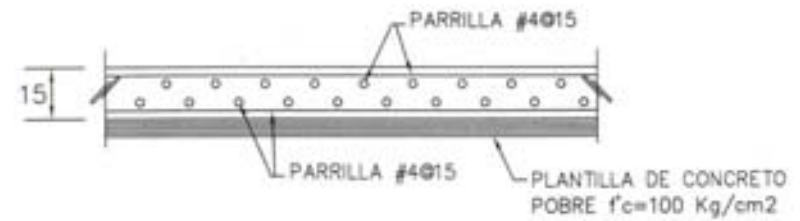
DETALLE EN CONTRATRABE

## DESCABECE DE PILOTE

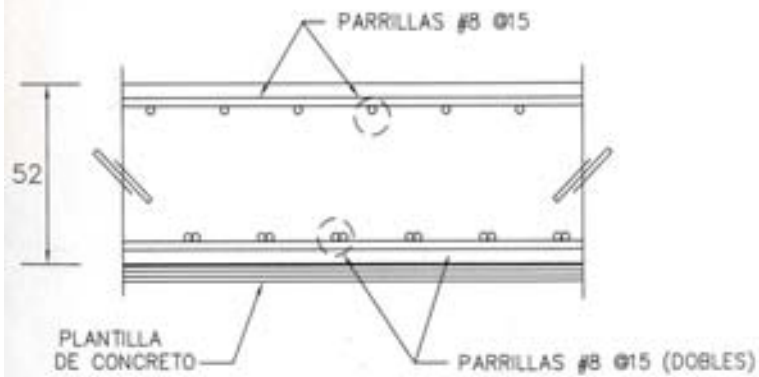




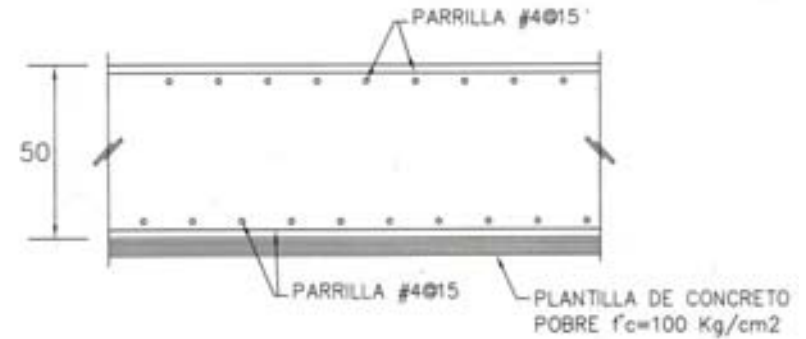
DETALLE - 1  
LOSA SUPERIOR DE ZAPATA



DETALLE - 2  
LOSA INFERIOR DE ZAPATA

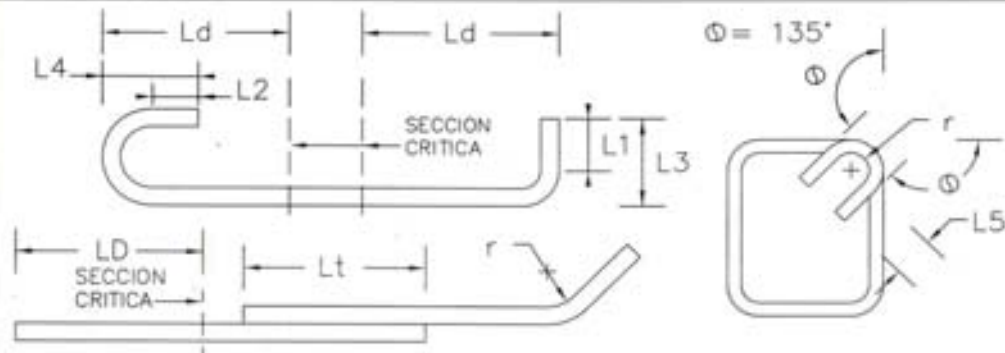


DETALLE - 3  
LOSA INFERIOR DE CANDELERO



DETALLE - 4  
LOSA INFERIOR DE ZAPATA

# DETALLES DE REFUERZO



		$f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$			$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$				
#	r	Lt	LD	Ld	L1	L2	L3	L4	L5
3	4	40	30	18	11	4	16	9	10
4	5	46	32	23	15	5	21	12	13
5	6	57	40	29	19	6	27	13	16
6	8	69	48	35	23	8	33	14	19
8	10	98	74	47	30	10	43	23	25
10	13	153	115	59	38	13	54	29	32
12	15	221	166	70	46	15	65	34	38

\* POR 1.4, P/BARRAS HORIZONTALES CON MAS DE 30cm DE CONCRETO BAJO ELLAS.

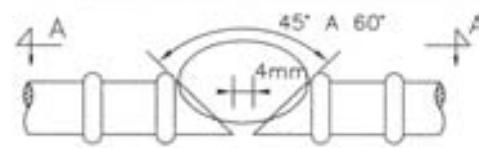
r= RADIO DOBLEZ; Lt= LONG. TRASLAPE; LD =LONG.DESARROLLO (VAR.RECTA); Ld= LONG.DESARR. (VAR.DOBLADA).

## SOLDADURA

LAS PREPARACIONES a) Y b) SE EMPLEAN EN VARILLAS QUE SE SUELDAN EN POSICION HORIZONTAL Y, c) Y d) PARA VARILLAS EN POSICION VERTICAL.

SE EMPLEA ELECTRODO DE LA SERIE E-90xx.

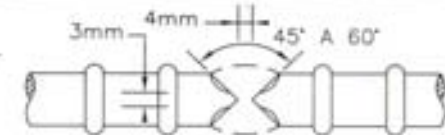
LAS VARILLAS #8, #10 Y #12, REQUIEREN ANGULO O PLACA CURVA DE RESPALDO



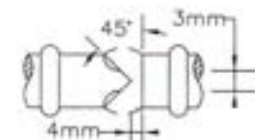
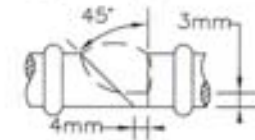
a) BISEL EN V, SENCILLA.



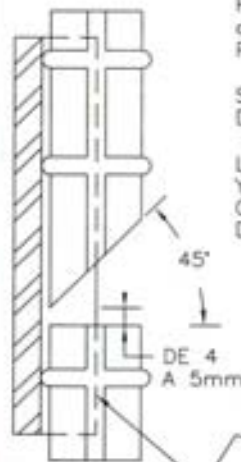
b) EN V, DOBLE.



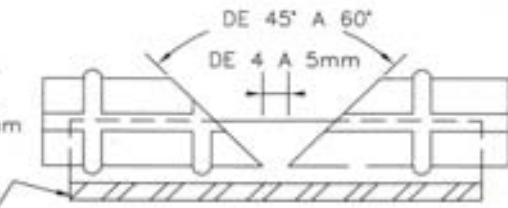
c) BISEL EN V, SENCILLA.



d) BISEL EN V, DOBLE.



ANGULO O PLACA RESPALDO



ANGULO O PLACA CURVA DE RESPALDO REQUERIDA PARA VARRILLAS #8, #10, #12.



PLACA DE RESPALDO DE 6 mm. DOBLADA EN "MEDIA CAÑA"




ANGULO DE RESPALDO DE 6 mm.

EJE DE SIMETRIA

---

## NOTAS GENERALES

---

- 1.- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN CENTIMETROS EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
- 2.- NIVELES EN METROS.
- 3.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO, NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.
- 4.- EL CONCRETO TENDRA UNA RESISTENCIA DE  $f'c = 300\text{kg/cm}^2$ .
- 5.- EL ACERO DE REFUERZO SERA DE  $f_y = 4200\text{kg/cm}^2$ .
- 6.- PARA ANCLAJES Y TRASLAPES VER TABLA DE "DETALLES DE REFUERZO".
- 7.- EN NINGUN CASO SE PODRA TRASLAPAR MAS DEL 50% DEL ACERO DE REFUERZO EN UNA MISMA SECCION.
- 8.- EL RECUBRIMIENTO MINIMO LIBRE SERA DE 4cm, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA DIMENSION.
- 9.- TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO SERA DE 3/4" (2cm).
- 10.- TODAS LAS JUNTAS DE COLADO O CONSTRUCCION SERAN DE UN ACABADO RUGOSO Y DEBERAN PERMANECER HUMEDAS DURANTE 24hrs. PREVIAS AL NUEVO COLADO, DEBIENDO USAR ADITIVO FESTERBOND O SIMILAR.
- 11.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA, SEGUN SEA EL CASO, CON LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONCRETO Y ACERO
- 12.- VERIFICAR GEOMETRIA Y NIVELES EN PLANOS ARQUITECTONICOS RESPECTIVOS.
- 13.- TODA LA CIMENTACION SE DESPLANTARA SOBRE UNA PLANTILLA DE CONCRETO POBRE  $f'c = 100\text{kg/cm}^2$ .
- 14.- PARA INCADO DE PILOTES, ASI COMO NOTAS DE FABRICACION Y DETALLES COMPLEMENTARIOS PARA DESCABECE DE LOS MISMOS VER EL PLANO No. 07-MUY-EST-352-III-012-P
- 15.- ESTE ELEMENTO LLEVA ORIENTACION,  SIMBOLO QUE LO INDICA.

N.D.Z. NIVEL DE DESPLANTE DE ZAPATA

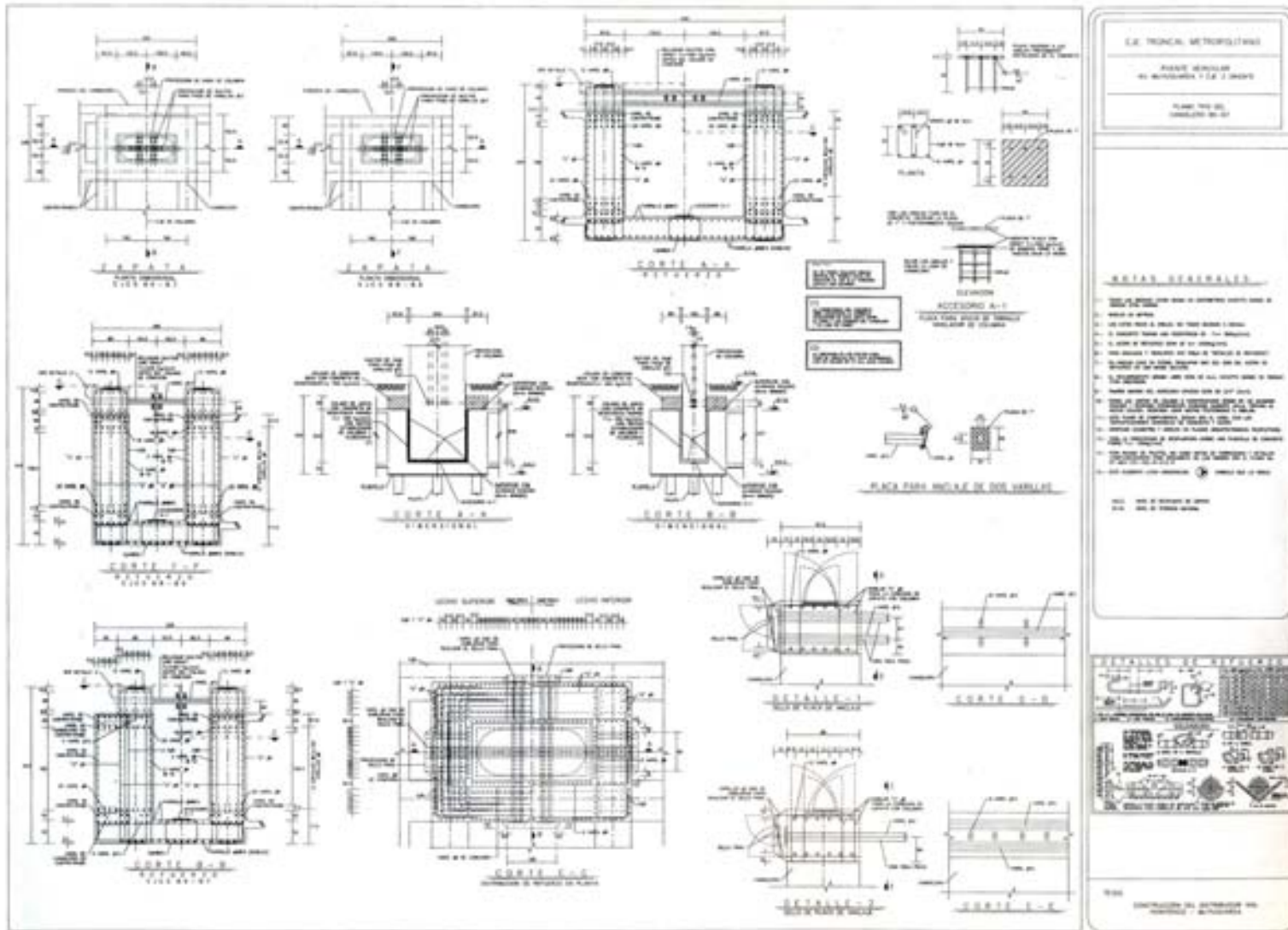
N.T.N. NIVEL DE TERRENO NATURAL

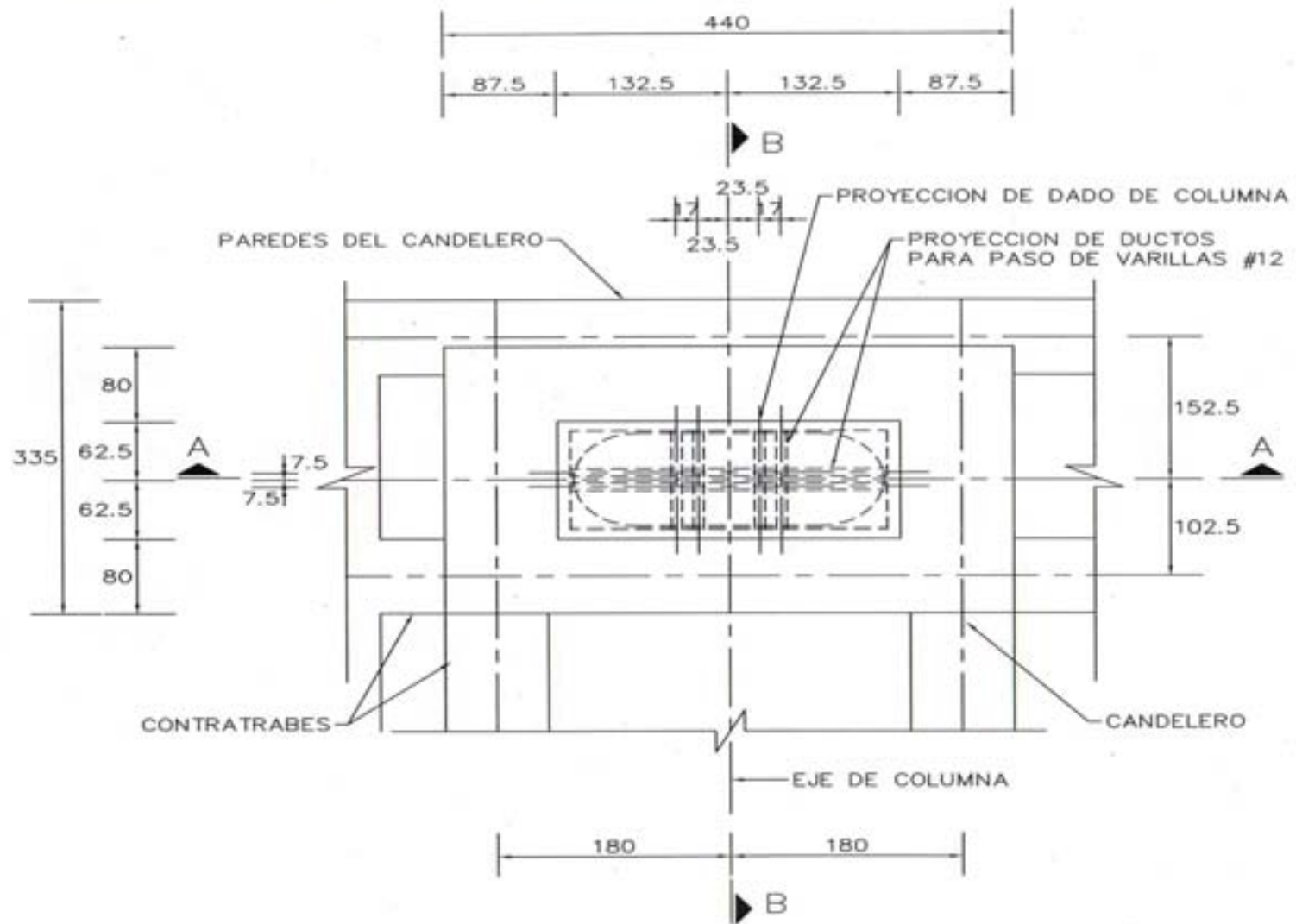
---



(PLANOS ANEXOS)

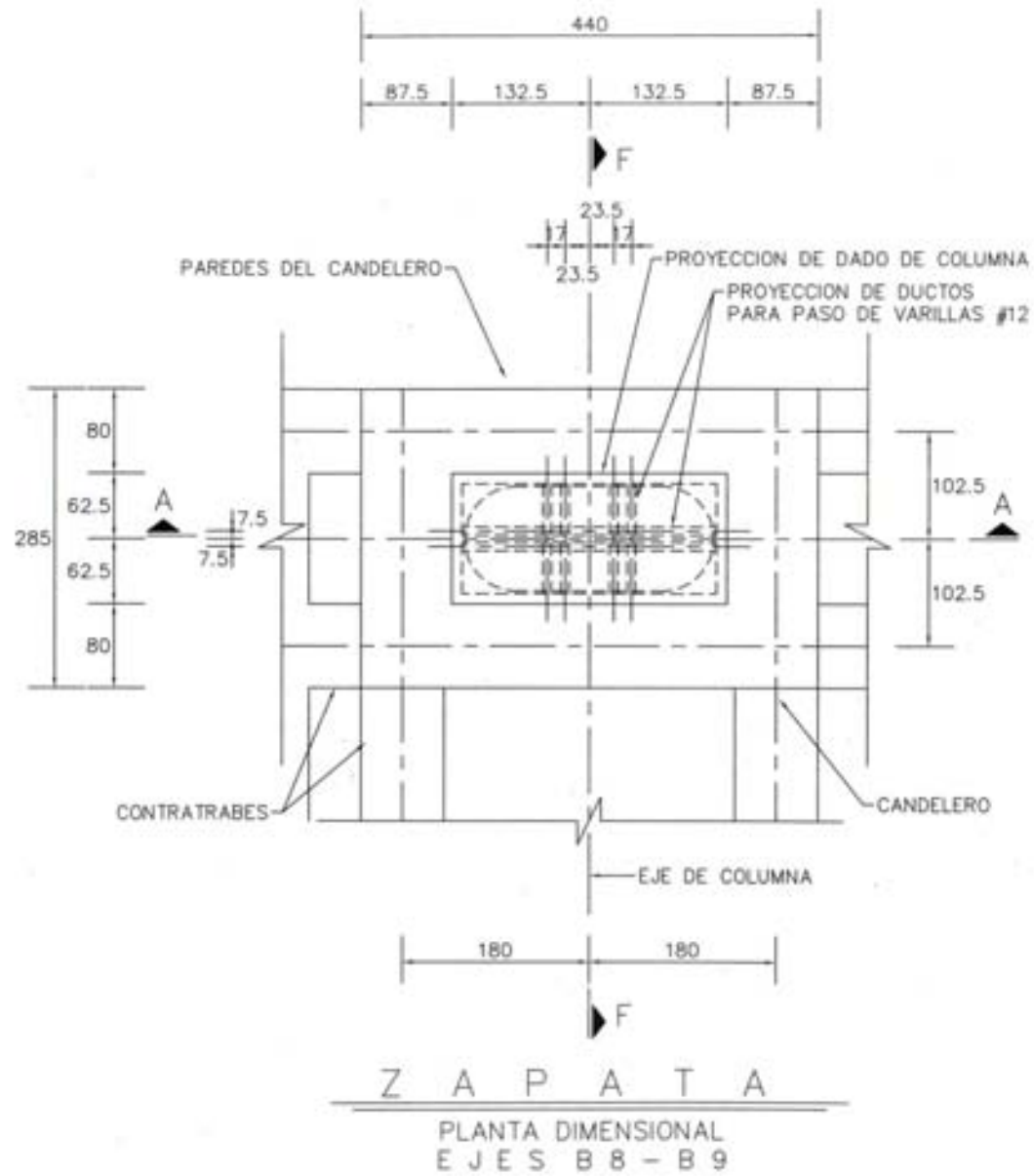
PLANOS DE ARMADO DE CANDELEROS



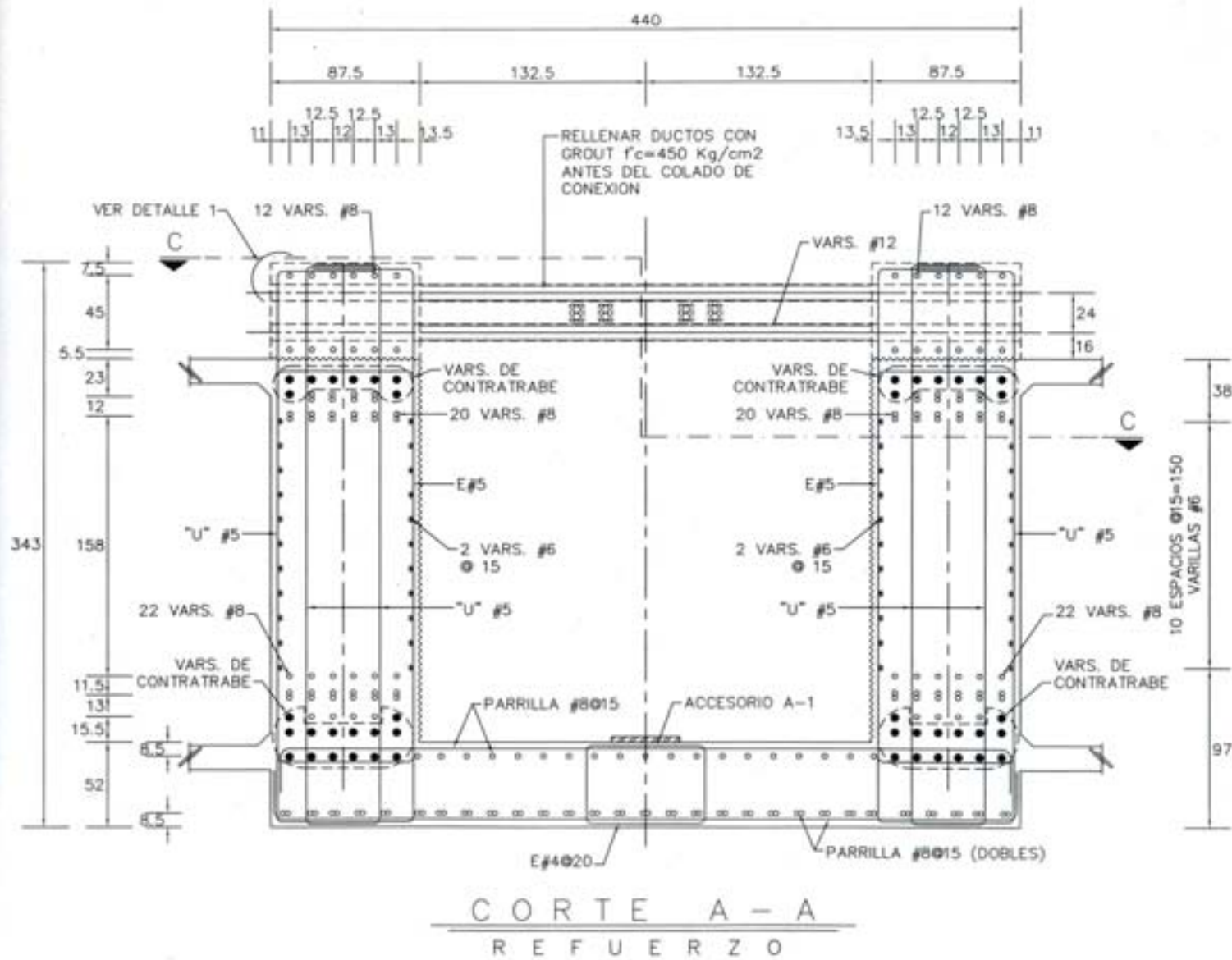


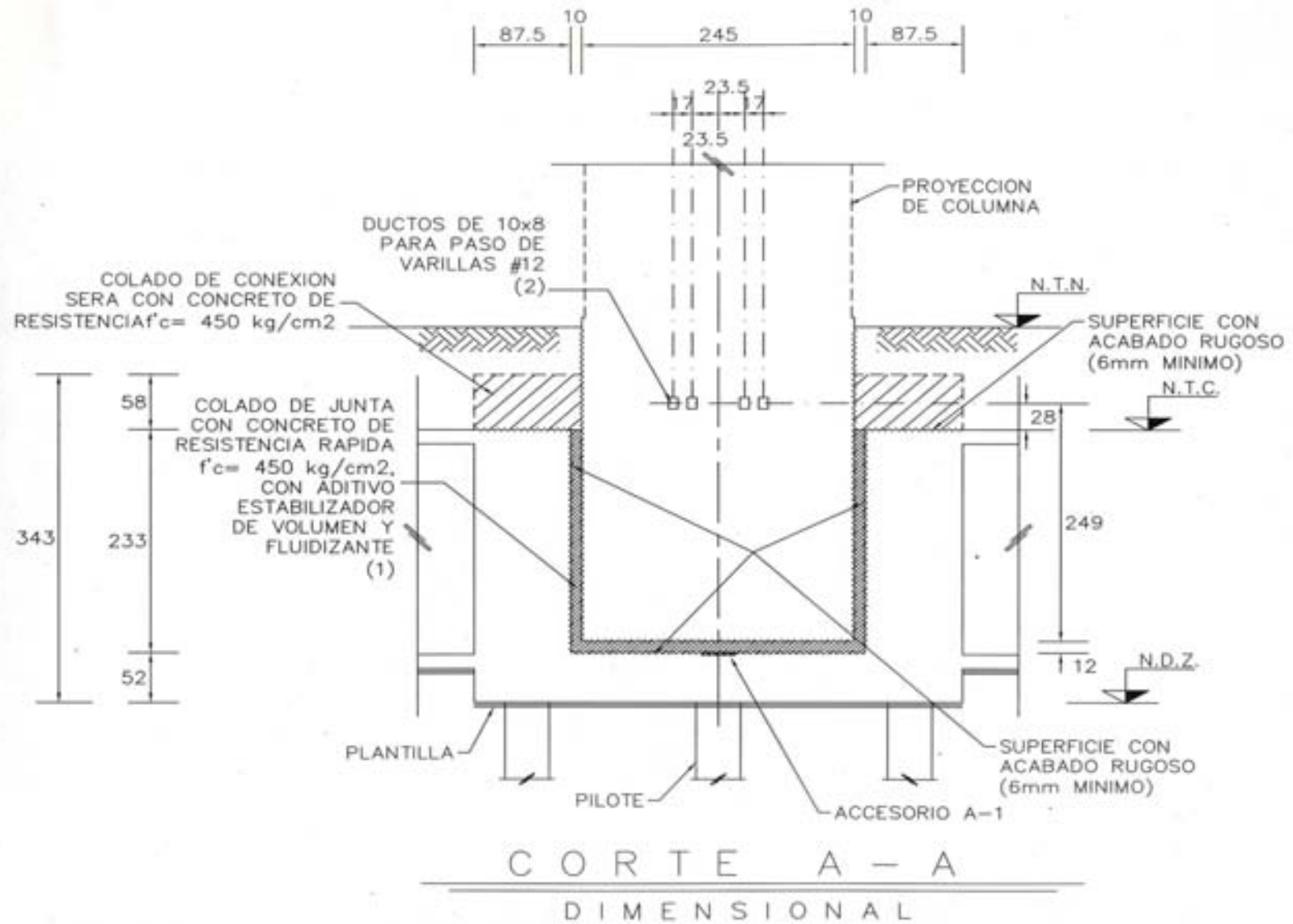
Z A P A T A

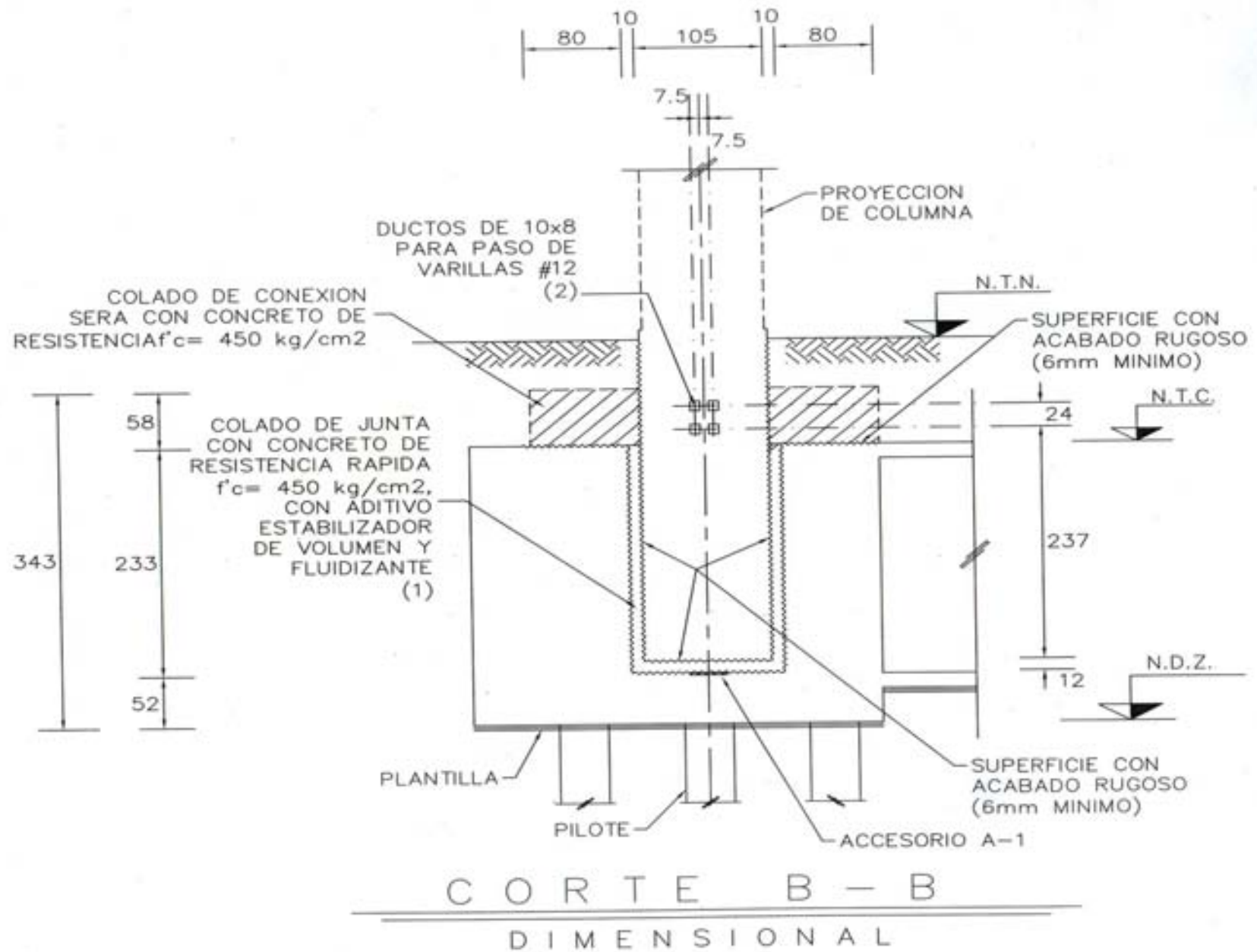
PLANTA DIMENSIONAL  
E J E S B 6 - B 7





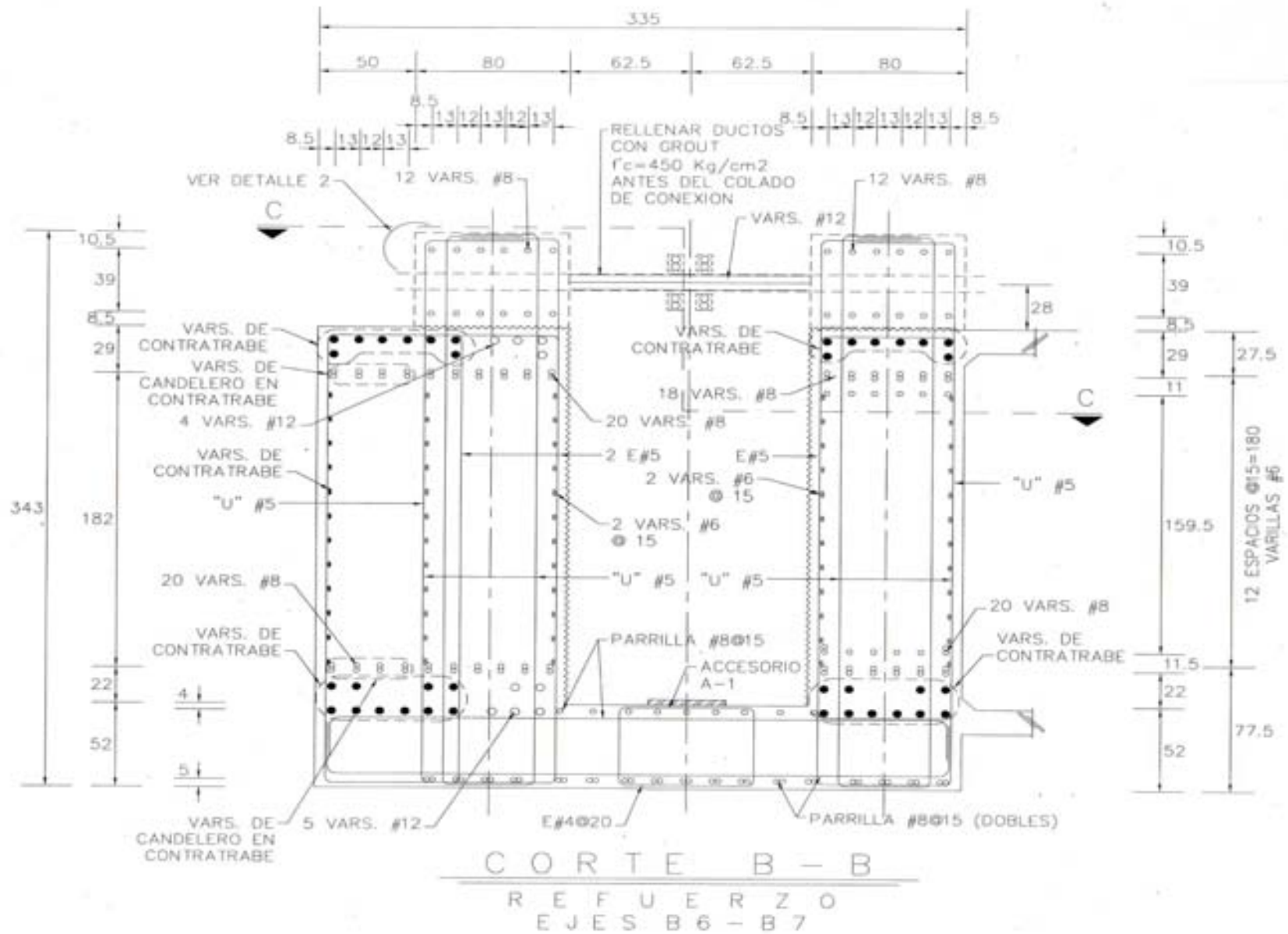






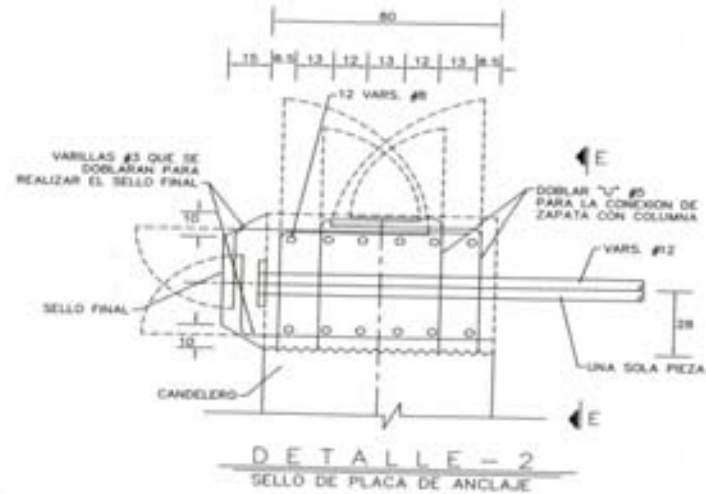
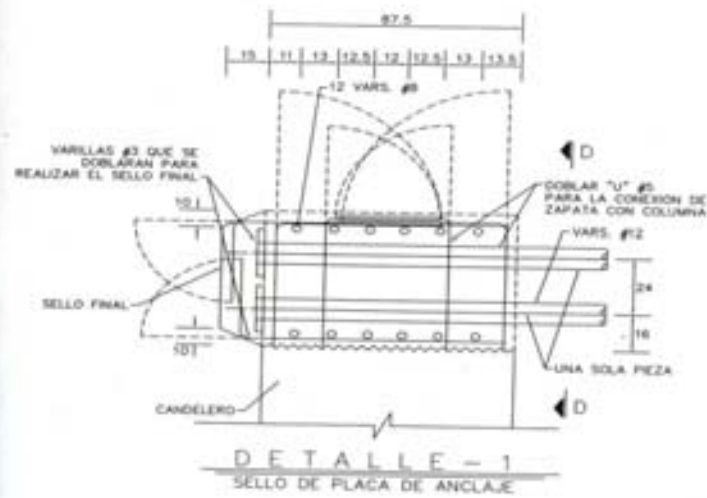
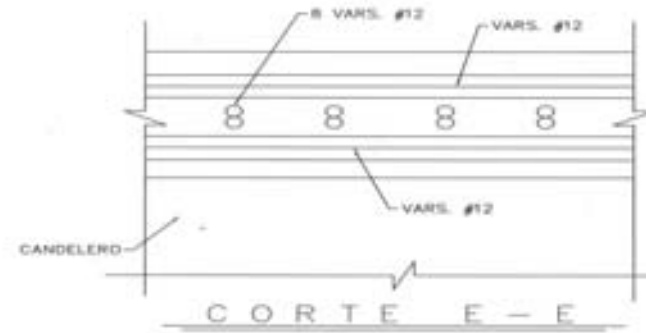
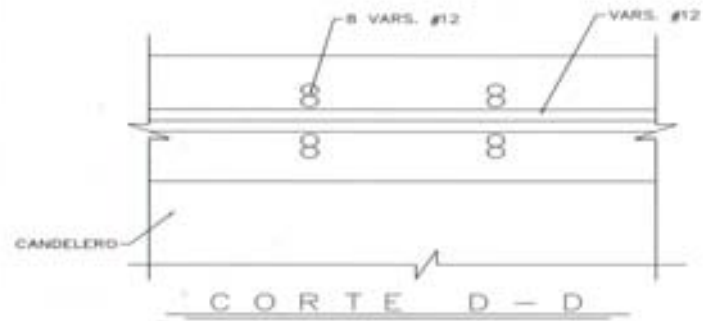


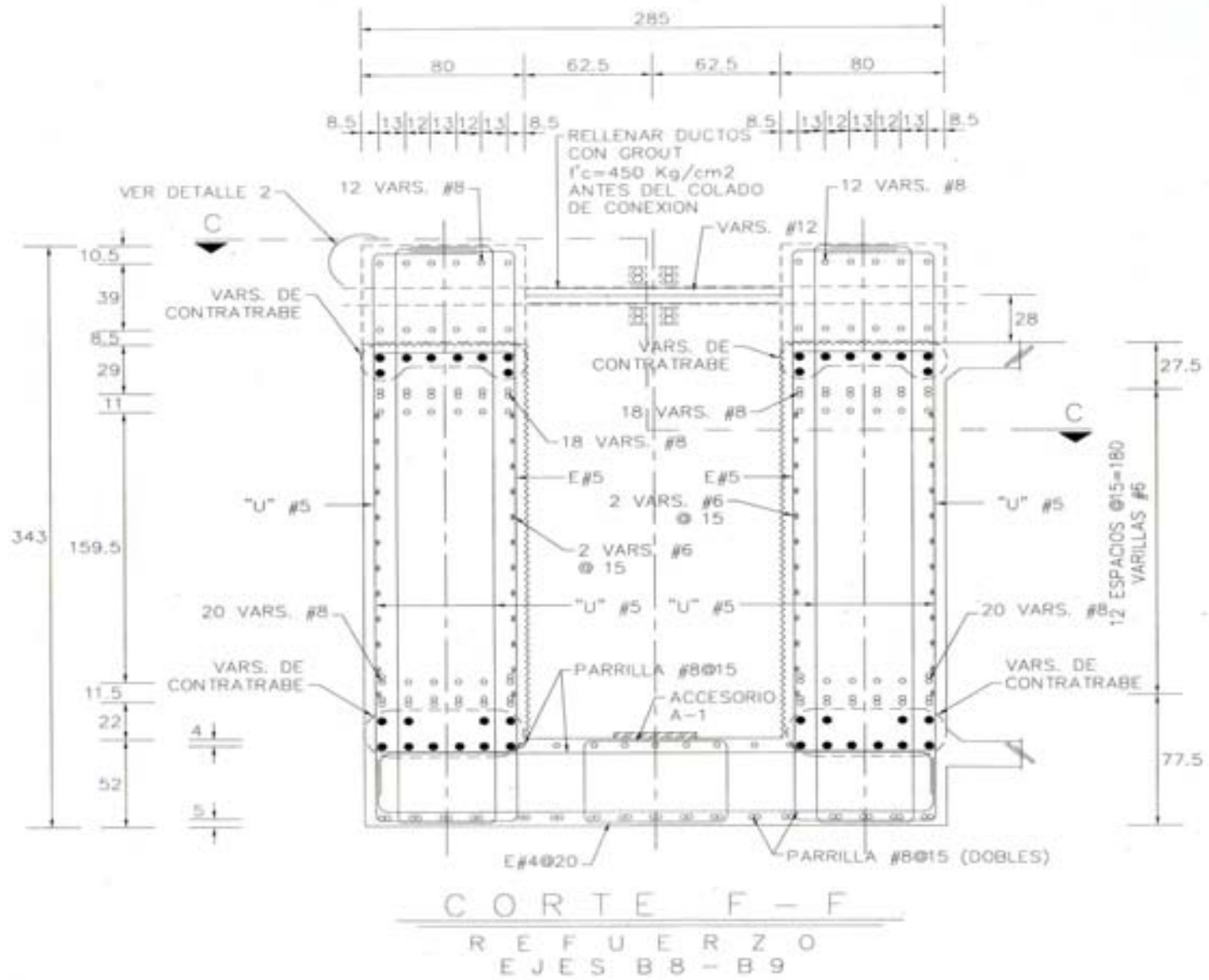




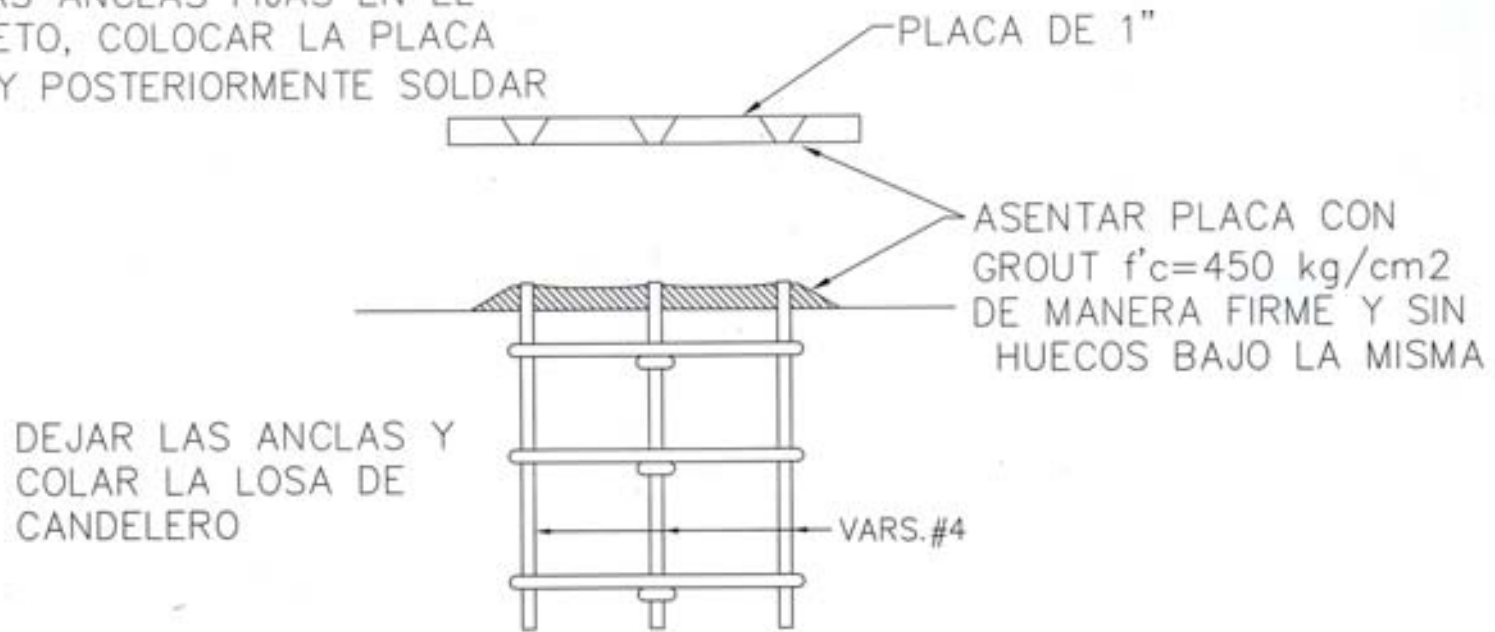








CON LAS ANCLAS FIJAS EN EL  
CONCRETO, COLOCAR LA PLACA  
DE 1" Y POSTERIORMENTE SOLDAR



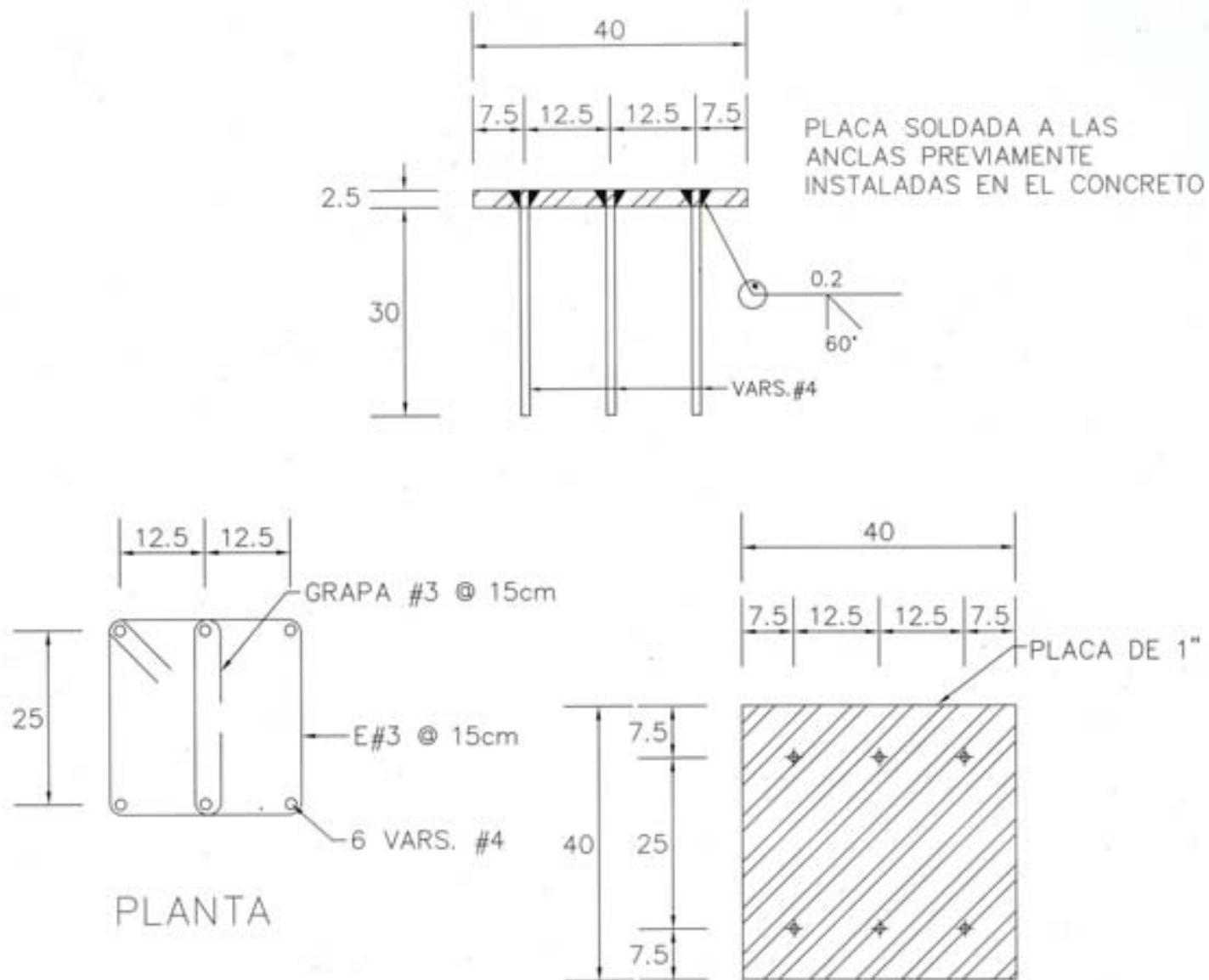
DEJAR LAS ANCLAS Y  
COLAR LA LOSA DE  
CANDELERO

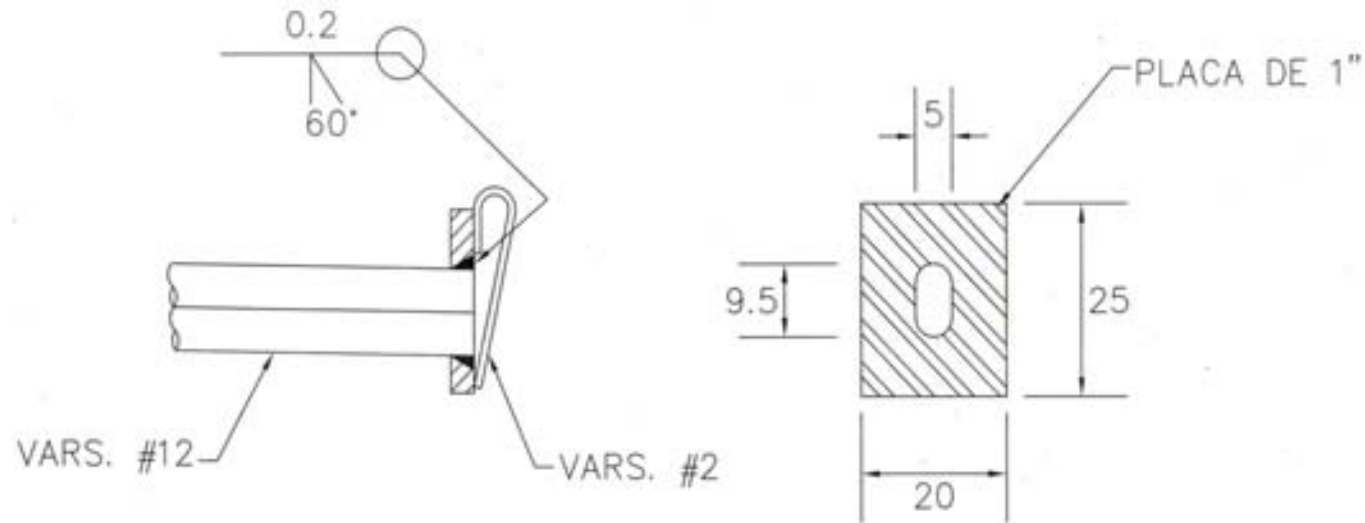
ELEVACION

ACCESORIO A-1

PLACA PARA APOYO DE TORNILLO  
NIVELADOR DE COLUMNA







PLACA PARA ANCLAJE DE DOS VARILLAS

(Anexo # 1)

IMPULSORA TLAXCALTECA DE INDUSTRIAS S.A. DE C.V.  
CARRETERA FED. MEXICO PACHUCA KM. 48.4  
ZONA IND. TECAMAC EDO. DE MEXICO  
**REPORTE DE TENSADO**



PROYECTO MUYUGUARDA TIPO DE PIEZA TRABE ETAS-1 FECHA DE TENSADO: 13-Nov-2007

PRECARGA 52.1 BARES TENSION REQUERIDA 307 BARES MEDIDA DE TORON 1/2"

No DE ROLLO 7197-137-6, 7197-137-7, 7197-137-9 DATOS MEDIDOS EN Pq.  Es  TURNO  1  2  3

ELONGACION  $\frac{F}{E} \frac{X}{X} \frac{L}{A}$  DL  $\frac{307}{20319} \frac{X}{A} \frac{70.03}{127}$  ALARGAMIENTO  $\frac{0.35}{\text{mts}}$

F<sub>a</sub> FUERZA DE APLICACION L<sub>a</sub> LONGITUD DEL MOLDE DE MESA DE TENSADO  
E<sub>a</sub> ELASTICIDAD DEL TORON A<sub>a</sub> AREA DEL TORON

RON	TENSADO	TORON	TENSADO	TORON	TENSADO	TORON	TENSADO	TENSADO
1	307	21	307	41	307	61	307	307 0.35
2	307	22	307	42	307	62	307	
3	307	23	307	43	307	63	307	
4	307	24	307	44	307	64	307	
5	307	25	307	45	307	65	307	
6	307	26	307	46	307	66	307	
7	307	27	307	47	307	67	307	
8	307	28	307	48	307	68	307	
9	307	29	307	49	307	69	307	
10	307	30	307	50	307	70	307	
11	307	31	307	51	307	71	307	
12	307	32	307	52	307	72	307	
13	307	33	307	53	307	73	307	
14	307	34	307	54	307	74	307	
15	307	35	307	55	307	75	307	
16	307	36	307	56	307	76	307	
17	307	37	307	57	307			
18	307	38	307	58	307			
19	307	39	307	59	307			
20	307	40	307	60	307			

ING. RODOLFO HERNANDEZ GONZALEZ  
SUPERVISOR BEMP

1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35 37 39  
41 43 45 47 49 51 53 55 57 59 61 63 65 67 69 71 73 75

ING. HUGO ERNESTO LARA LOPEZ  
GERENTE DE PLANEACION Y CONTROL ITISA

REPORTE  
ING. ROBERTO MIGUEL GONZALEZ HIGARE  
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

REVISADO  
ING. JAVIER SALDIVIA AMACHO  
JEFE DE PLANTA



(Anexo # 2)

# SICARTSA

INDUSTRIAL LAZARO CORDERAS - LAS TRUCHAS, S.A. DE C.V.

PLANTA CD. LAZARO CORDERAS, MICH.  
 P.O. 2 AMERICA No. 1 C.P. 80950 CD. LAZARO CORDERAS MICH.  
 TEL. 2-63-33 Y 2-63-38 TELEX 017-4242 SLCIME  
 R.F.C. SLC-71083-864 001 REG. P.P.A.F.F. SC-62809/3282

OFICINA EN MONTERREY  
 AV. HIDALGO No. 234 3er.  
 MONTERREY, N.L. TELS. (01-81) 343-86-86 Y 343-1  
 C.P. 84000 TELEFAX (01-81) 342-0  
 R.F.C. SLC-71083-864 001 REG. COM. NAL. IND. ACERO No.

## CERTIFICADO DE CALIDAD

GARANTIA DE CALIDAD  
 65415

NOMBRE DEL CLIENTE  
 ACEROMACSA, S.A. DE C.V.

No. CONF. PEDIDO  
 100057003

PRODUCTO  
 VARILLA CORRUGADA 15.9 mm A 12 m G42

FECHA DE EMBARQUE  
 25/01/2008

Numero de Colada	%C	%Mn	%Si	%P	%S
298315	0.43	1.18	0.20	0.016	0.012
298317	0.45	1.18	0.17	0.018	0.012
298319	0.44	1.22	0.19	0.016	0.018

PROMEDIOS:

Resistencia Tensión (Kg/mm <sup>2</sup> )	Limite Elastico (kg/mm <sup>2</sup> )	Alargamiento %	Reducción de Area	Doblez 180°
74.11	45.83	15.00		BUENO
75.95	47.22	15.00		BUENO
77.03	47.98	13.50		BUENO
75.70	47.01	14.50		



OBSERVACIONES: PLACAS : 332 DG2

CERTIFICAMOS POR MEDIO DEL PRESENTE QUE EL PRODUCTO CUMPLE SATISFACTORIAMENTE LOS REQUISITOS DE LA NORMA  
 NORMA: NMX-C-457-2001  
 ORA: 15:50:40

CONTROL DE CALIDAD  
 AMADO LUNA LEON

(Anexo # 2)



# Certificado de Calidad

Laminación Celaya  
 ST. LIBRE CELAYA-SALAMACA KM 64.8  
 O. VILLASAN, GUANAJUATO

Cliente: PROMOTORA DE RESISTENCIA, S.C. DE R.L. DE C.V.

No. Certificado: 13-4561  
 Fecha: 17/ENE/2008

Propiedades Químicas					Propiedades Físicas							
C	Mn	Si	P	S	LF		RT(g/mm <sup>2</sup> )		%Elongacion		%R Area	
					AVG	STD	AVG	STD	AVG	STD	AVG	STD
70511	88328	2			Producto							
0.384	0.028	0.182	0.008	0.019	30764							
					VARELLA DA-42 RECTA 3/8" 12m							
					48.4350	0.3182	88.4300	1.0041	18.0000	0.7071	39.0050	11.4198
					Cantidad							
					8870							

Este material ha sido producido y probado de acuerdo con los requisitos de las especificaciones aplicables de acuerdo a la norma NMX-C-407, certificamos que los resultados son representativos de los registros internos de la compañía.

Datos de Embarque	
Num Viaje:	195472
Num Plan:	22300
Pedido:	1907328
Factura:	004060

Javier Centeno  
 GERENTE DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD  
 LAMINACIÓN

(Anexo # 3)



**LABORATORIO NACIONAL LA CONSTRUCCION, S.A.**  
 CALLE 23 No. 23 SAN PEDRO DE LOS PINOS, MEXICO, D.F. C.P. 03800  
 TELS.: (55) 5598 8655 (55) 5598 8182 (55) 5598 8123  
 http://www.lanco.com.mx e-mail: lanco@lanco.com.mx

**INFORME DE PRUEBAS EN VARILLAS DE ACERO PARA REFUERZO**

Cliente: 003147 IMPULSORA TLAXCALTECA DE INDUSTRIAS, S.A. DE  
 Obra: 013312 Clave: URZ Ubicación: PUENTE VEHICULAR BUJUGUARDA Y EJE 3 OTE  
 Muestreado Por: LANCO

Fecha Recibido: 20 Feb 2014  
 Fecha Muestreo: 19 Feb 2014  
 Fecha Entrega: 21 Feb 2014

No. de Muestra	Especificación	Diametro nominal (mm)	Espesor de recubrimiento (mm)	Alargamiento (mm)	Alargamiento (%)	Esfuerzo de rotura (kgf/cm²)	Esfuerzo de rotura (MPa)	Esfuerzo de rotura (ksi)	Esfuerzo de rotura (N/mm²)	Esfuerzo de rotura (N/mm²)	Esfuerzo de rotura (N/mm²)	Esfuerzo de rotura (N/mm²)	Esfuerzo de rotura (N/mm²)	Esfuerzo de rotura (N/mm²)	Esfuerzo de rotura (N/mm²)	Esfuerzo de rotura (N/mm²)	Esfuerzo de rotura (N/mm²)	Esfuerzo de rotura (N/mm²)	Esfuerzo de rotura (N/mm²)	Análisis de Soluciones de Potencia		
																				mm	mm	
01	ESPECIFICACIÓN POR NORMA	0.00	0.71	3,369.00	1.14	4,741.00	2,321.60	1.32	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
02	ESPECIFICACIÓN POR NORMA	0.00	0.71	3,369.00	1.14	4,741.00	2,321.60	1.32	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03	ESPECIFICACIÓN POR NORMA	0.00	0.71	3,369.00	1.14	4,741.00	2,321.60	1.32	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
04	ESPECIFICACIÓN POR NORMA	0.00	0.71	3,369.00	1.14	4,741.00	2,321.60	1.32	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05	ESPECIFICACIÓN POR NORMA	0.00	0.71	3,369.00	1.14	4,741.00	2,321.60	1.32	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
06	ESPECIFICACIÓN POR NORMA	0.00	0.71	3,369.00	1.14	4,741.00	2,321.60	1.32	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
07	ESPECIFICACIÓN POR NORMA	0.00	0.71	3,369.00	1.14	4,741.00	2,321.60	1.32	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08	ESPECIFICACIÓN POR NORMA	0.00	0.71	3,369.00	1.14	4,741.00	2,321.60	1.32	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
09	ESPECIFICACIÓN POR NORMA	0.00	0.71	3,369.00	1.14	4,741.00	2,321.60	1.32	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	ESPECIFICACIÓN POR NORMA	0.00	0.71	3,369.00	1.14	4,741.00	2,321.60	1.32	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	ESPECIFICACIÓN POR NORMA	0.00	0.71	3,369.00	1.14	4,741.00	2,321.60	1.32	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	ESPECIFICACIÓN POR NORMA	0.00	0.71	3,369.00	1.14	4,741.00	2,321.60	1.32	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	ESPECIFICACIÓN POR NORMA	0.00	0.71	3,369.00	1.14	4,741.00	2,321.60	1.32	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	ESPECIFICACIÓN POR NORMA	0.00	0.71	3,369.00	1.14	4,741.00	2,321.60	1.32	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	ESPECIFICACIÓN POR NORMA	0.00	0.71	3,369.00	1.14	4,741.00	2,321.60	1.32	10.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ESTE INFORME SOLO AFECTA LAS MUESTRAS PROBADAS EN CASO DE QUE LA MUESTRA ESTE FUERA DE ESPECIFICACIÓN O NO CUMPLA SE PERMITE REMUESTREAR EN DOS PRUEBAS TOMADAS AL AZAR DEL MISMO LOTE

Observaciones Generales: (CONSECUTIVO 1622008)

Cantidad de Muestras: 10  
 FACTOR DE EQUIVALENCIA ENTRE UNIDADES: 1 kg/cm² = 0.0980665 MPa  
 LOS DATOS CONTENIDOS EN ESTE INFORME NO PUEDEN SER REPRODUCIDOS PARCIAL O TOTALMENTE SIN AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DE LA GERENCIA TECNICA

REPRESANTANTE DEL  
 SIGNATARIO AUTORIZADO  
 Van 1/4 #3



(Anexo # 4)



**LABORATORIO NACIONAL DE LA CONSTRUCCION, S.A.**  
 CALLE 23 No. 23 SAN PEDRO DE LOS PINOS, MEXICO, D.F. C.P. 03800  
 TELS.: (55) 5598 8655 (55) 5586 8182 (55) 5598 8123  
 http://www.lanco.com.mx e-mail: lanco@lanco.com.mx

México, D. F., a 11 de Septiembre del 2007  
 Informe: 405 / 07  
 Clave: U R Z  
 Hoja 1 / 2

**IMPULSORA TLAXCALTECA DE INDUSTRIAS S.A. DE C.V.**  
**P R E S E N T E.**

**OBRA: DISTRIBUIDOR VIAL PERIFÉRICO MUYUGUARDA**

A continuación, nos permitimos informarle de los resultados obtenidos en el Análisis Físico-Químico, efectuado a una muestra de Agua que se nos entregó para su estudio.

Muestra No: **01**  
 Muestreado en: **PLANTA LACOSA "LA ESTRELLA"**  
 Fecha de Muestreo: **18 DE AGOSTO DEL 2007**  
 Para emplearse en: **ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO**

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO**

DETERMINACIONES	EN TÉRMINOS DE MUESTRA	p.p.m	ESPECIFICACIONES NMX-C-122-ONNCCE-2004 LÍMITES EN p.p.m.
Nitrógeno amoniacal	N	0,0	---
Nitrógeno de los Nitritos	N	0,0	---
Nitrógeno de los Nitratos	N	1,8	---
Oxígeno consumido en medio ácido (Mat. Orgánica)	O	10,1	150 Máximo ✓
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	128,93	---
Dureza Temporal (Carbonatos)	CaCO <sub>3</sub>	0,0	600 Máximo ✓
Dureza permanente (No carbonatos)	CaCO <sub>3</sub>	128,9	---
Alcalinidad Total	Na	181,1	300 Máximo ✓
Alcalinidad de Carbonatos	CaCO <sub>3</sub>	0,0	---
Alcalinidad de Bicarbonatos	CaCO <sub>3</sub>	181,1	---
Bióxido de Carbono libre	CaCO <sub>3</sub>	0,0	---
Acidez total	CaCO <sub>3</sub>	0,0	---
Acidez mineral libre	CaCO <sub>3</sub>	0,0	---
Silice	SiO <sub>2</sub>	0,0	---
Hierro	Fe	0,0	---

(Anexo # 5)

ADG70031

Instituto Mexicano del  
Cemento y del Concreto, A. C.

**imcyc**

### INFORME DE PRUEBAS DE LABORATORIO

Nombre del cliente:	IMPULSORA TLAXCALTECA DE INDUSTRIAS, S.A. DE C.V.		
Dirección:	Reforma Sur No. 25 Pantacola C.P. 90796 Tlaxcala, Tlax.		
Orden de Trabajo N°:	550		
Informe Técnico N°:	171		
Fecha recepción:	2007-06-22		
Fecha ensayo:	2007-08-17		
Descripción de muestras:	Tres barras de 3"x3"x10"		
Pruebas realizadas:	Muestras de concreto fresco Determinación de la contracción por secado		
Resultado:	Ver hojas anexas		
Referencias:	NMX-C-161-1997-ONNCE; NMX-C-173-1990		
Condiciones Ambientales:	Temperatura: - Humedad relativa: -		
Procedimientos Utilizados:	FO-GT/LCO-001; NMX-C-173-1990		

Nombre y Cargo:	 Enrique Bernard Quintero Técnico Laboratorio de Concreto	Fecha de emisión:
Enlace Bernard Quintero	2007-08-17	

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización expresa del IMCyc.  
 Los resultados de cualquier prueba realizada por el laboratorio IMCyc quedan válidos a partir de la fecha de emisión.  
 IMCyc S de RL de CV

FO-GT/LCO-001  
00000000

Instituto Mexicano del  
Cemento y del Concreto, A. C.

**imcyc**

### CONTRACCION POR SECADO (VARIACION EN LONGITUD PROBETAS DE CONCRETO ENDURECIDO)

Orden de Trabajo No.	550	Informe Técnico No.	171	Foja 2	de 2
Cliente	ITSA, S.A. DE C.V.		Obra	PROYECTO MUYUGARRA	
Muestra No.	Z34		Ensayo de	Barras de Concreto de 3" x 3" x 10"	

Especimen No.	Fecha de Extracción	Fecha de Ensayo	Eje de Ensayo	Longitud			Contracción por Secado (%)	
				Inicial	Final	Diferencia	Mediana	Promedio
1	07-jun-02	07-ago-17	56	0.1807	0.1761	0.0046	0.0660	
2	07-jun-02	07-ago-17	56	0.1729	0.1685	0.0044	0.0640	
3	07-jun-02	07-ago-17	20	0.1827	0.1784	0.0043	0.0630	<b>0.0643</b>
/ / / / / / / / /								

Observaciones:  
 COLADO DE ZAPATA No. 13 Y CONTRAFRASES D (Y 0-)

Referencias: Normas Mexicanas NMX-C-173 en vigor  
 Fuente: LCE 024-07

Realizó: E.B.G.      Fecha: 07-08-17

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización expresa del IMCyc.  
 Los resultados de cualquier prueba realizada por el laboratorio IMCyc quedan válidos a partir de la fecha de emisión.  
 IMCyc S de RL de CV

FO-GT/LCO-001  
00000000

(Anexo # 6)



**LABORATORIO NACIONAL DE LA CONSTRUCCIÓN, S.A.**

CALLE 23 No. 23 SAN PEDRO DE LOS PINOS, MEXICO, D.F. C.P. 03800

TELS.: (55) 5598 8655 (55) 5598 8182 (55) 5598 8123

http://www.lanco.com.mx

e-mail: lanco@lanco.com.mx

A0600163  
CET

México D.F. a 07 de Septiembre del 2007

INFORME: 167 / 2007.

CLAVE: U R Z

Hoja: 1/1

**IMPULSORA TLAXCALTECA DE INDUSTRIAS, S.A. DE C.V.**  
**PRESENTE.**

OBRA: PUENTE VEHICULAR MUYUGUARDA Y EJE 3 OTE.	CIA. PREMEZCLADORA: CEMEX CONCRETOS
---	--

### MODULO ELASTICO

A continuación nos permitimos informarle del resultado obtenido en la determinación del Módulo Elástico realizado a especímenes de dimensiones standard a los **28 días** de su colado.

$f'c$ : 300 kgf/cm <sup>2</sup>	CLASE: I	TIPO: NORMAL	FECHA DE ENSAYE: 07-08-08
---------------------------------	----------	--------------	---------------------------

FECHA DE COLADO	IDENTIFICACION	DIAMETRO Cm	ALTURA cm	MODULO ELASTICO kgf/cm <sup>2</sup>
07-08-08	URZ-70	15.0	30.0	251560
07-08-08	URZ-71	15.0	30.0	251305

Elemento: ZAPATA, NIVEL DE CIMENTACIÓN, EJES C2, CAD. 1 + 186.886

NORMA APLICABLE: MEX.C-128-1987-QUINCE

**Observaciones:** Especificación 02-2VIA-EST-180-444-III-180E-00 de obra, referencia al módulo de elasticidad mínimo a **28** días de edad para un concreto tipo **NORMAL**,  $f'c = 300$  kgf/cm<sup>2</sup> de **242487** kgf/cm<sup>2</sup>.  
FACTOR DE EQUIVALENCIA DE UNIDADES  
1 kgf/cm<sup>2</sup> = 0.098066 MPa

ATENTAMENTE

  
ING. BLANCA PATRICIA TREJO  
SIGNATARIO AUTORIZADO

LOS DATOS CONTENIDOS EN ESTE INFORME NO PUEDEN SER REPRODUCCIONES  
PARCIAL O TOTALMENTE SIN AUTORIZACION POR ESCRITO DE LA GERENCIA TECNICA  
LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL PRESENTE INFORME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE  
A LA (S) MUESTRA (S) ENSAYADA (S).  
PTC/2007

LANCO-17



(Anexo # 7)



**Instituto Mexicano del  
Cemento y del Concreto, A.C.**

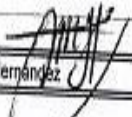
Insurgentes Sur No. 1946 Col. Florida  
Del. Álvaro Obregón  
C.P. 01030, México, D.F.  
Tels. (0155) 5322-5740, 5662-0606  
Fax (0155) 5322-5742

Constitución No. 50 Col. Escandón  
Del. Miguel Hidalgo  
C.P. 11000, México, D.F.  
Tels. (0155) 5276-7200  
Fax (0155) 5276-7210

imcyc@mail.imcyc.com www.imcyc.com

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO													
Orden de Trabajo No. 752										Informe Técnico No. 238			
Cliente IMPULSORA TLAXCALTECA DE INDUSTRIAS, S.A. DE C.V.												Hoja No. 1 de 1	
Obra DISTRIBUIDOR VIAL MUYUGUARDA													
Identificación Cliente No.	Imcyc Especimen No.	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad en días	Area, cm <sup>2</sup>	Masa Volumétrica kg/m <sup>3</sup>	Carga máxima		Resistencia individual a compresión		Resistencia Promedio a compresión		Localización
							kgf	IN	kgf/cm <sup>2</sup>	Mpa	kgf/cm <sup>2</sup>	Mpa	
B40	1	2007-11-14	2007-11-17	3	176,7	2 283	63 950	627,1	362	35,5	-	-	
B40	2	2007-11-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B40	3	2007-11-14	2007-11-21	7	175,5	2 263	68 800	674,7	392	38,4	-	-	
B40	4	2007-11-14	2007-11-28	14	176,7	2 277	78 300	767,9	443	43,5	-	-	
B40	5	2007-11-14	2007-12-12	28	174,4	2 300	87 200	855,2	500	49,0	-	-	
B40	6	2007-11-14	2007-12-12	28	174,4	2 307	87 700	860,1	503	49,3	501	49,2	
B41	1	2007-11-14	2007-11-17	3	176,7	2 289	64 800	635,5	367	36,0	-	-	
B41	2	2007-11-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B41	3	2007-11-14	2007-11-21	7	177,9	2 291	68 500	671,8	385	37,8	-	-	
B41	4	2007-11-14	2007-11-28	14	173,2	2 333	78 300	767,9	452	44,3	-	-	
B41	5	2007-11-14	2007-12-12	28	175,5	2 336	85 500	838,5	487	47,8	-	-	
B41	6	2007-11-14	2007-12-12	28	177,9	2 293	85 700	840,4	482	47,2	484	47,5	

DATOS COMPLEMENTARIOS			
Resistencia especificada, kgf/cm <sup>2</sup>	450	Edad de garantía del concreto, días	28
Resistencia especificada, Mpa	44,1	Tamaño máximo nominal del agregado, mm	13
Observaciones	LOS ESPECIMENES 1 Y 2 DE CADA MUESTRA FUERON CURADOS A VAPOR		
Referencias	Norma Mexicana NMX-C-083-ONNCE-2002		
Equipo	LCO-001; LCO-002; LCO-009; LCO-011		
Realizó	C.R.V.	Revisó	Ing. Mario A. Hernández 
		Fecha	2007-12-12

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento, sin la autorización escrita del IMCYC  
Los resultados del presente informe corresponden exclusivamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)  
FIG-GTLC0-007.008

(Anexo # 8)



Instituto Mexicano del  
Cemento y del Concreto, A.C.  
Inauguradas Sur No. 1846 Col. Florida  
Del. Álvaro Obregón  
C.P. 01030, México, D.F.  
Tels. (0155) 5322-5740, 5642-0606  
Fax (0155) 5322-5742  
Construcción No. 50 Col. Exandón  
Del. Miguel Hidalgo  
C.P. 11600, México, D.F.  
Tels. (0155) 5276-7200  
Fax (0155) 5276-7210  
imcyc@mailimcyc.com www.imcyc.com

**MUESTREO DE CONCRETO**

Orden de Trabajo No. 752 Informe Técnico No. 238 Hoja No. 1 de 1  
 Cliente IMPULSORA TLAXCALTECA DE INDUSTRIAS, S.A. DE C.V.  
 Obra DISTRIBUIDOR VIAL MUYUGUARDA

Muestra No.	Estación No.	Módulo No.	Camión No.	Plantación No.	Volumen m <sup>3</sup>	Hora de salida de planta	Hora de llegada a obra	Hora de inicio de vaciado	Hora de término de vaciado	Recomendación, cm de concreto de cilindro
*	*	*	2198	207402	6.0	13:35	14:15	14:25	14:35	24
*	*	*	2196	207403	8	14:08	14:47	15:00	15:10	23
*	*	*	3012	207404	8	14:23	15:03	15:12	15:22	23
*	*	*	2315	207406	8	14:36	15:22	15:28	15:35	22
B40	1	*	2173	207407	8	14:49	15:30	15:35	15:45	23
B40	2	*	2173	207407	8	14:49	15:30	15:35	15:45	23
B40	3	*	2173	207407	8	14:49	15:30	15:35	15:45	23
B40	4	*	2173	207407	8	14:49	15:30	15:35	15:45	23
B40	5	*	2173	207407	8	14:49	15:30	15:35	15:45	23
B40	6	*	2173	207407	8	14:49	15:30	15:35	15:45	23
*	*	*	2139	207408	8	15:01	15:32	15:38	15:57	23
*	*	*	3001	207409	8	15:13	15:55	16:07	16:19	23
B41	1	*	2535	207410	8	15:27	16:22	16:30	16:48	25
B41	2	*	2535	207410	8	15:27	16:22	16:30	16:48	25
B41	3	*	2535	207410	8	15:27	16:22	16:30	16:48	25
B41	4	*	2535	207410	8	15:27	16:22	16:30	16:48	25
B41	5	*	2535	207410	8	15:27	16:22	16:30	16:48	25
B41	6	*	2535	207410	8	15:27	16:22	16:30	16:48	25
*	*	*	2198	207415	7	16:56	17:35	17:40	18:00	24

**PRUEBAS ADICIONALES - DETERMINACION DE LA MASA UNITARIA**

Muestra No.	Masa de tara y del concreto, kg	Masa de cts, kg	Factor del recipiente, m <sup>3</sup>	Volumen del recipiente, m <sup>3</sup>	Masa unitaria de concreto, kg/m <sup>3</sup>	Contenido de aire, %	Temperatura del concreto, °C
*	14,982	3,317	198,82	-	2,319	-	-
B40	14,530	3,317	198,82	-	2,289	-	-
B41	15,025	3,317	198,82	-	2,328	-	-

*Handwritten note: Pasa a Volumen teórico*

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

Responsable de la obra: ING. MARINO MARTINEZ MENDOZA  
 Concreto fabricado en: APASCO XALOSTOC  
 Volumen de concreto, m<sup>3</sup>: 66.5  
 Masa de colocación: 150.000 m<sup>3</sup>  
 Resistencia especificada, kgf/cm<sup>2</sup>: 450  
 Edad de planta del concreto, días: 28  
 Resistencia especificada, Mpa: 44.1  
 Tamaño máximo nominal del agregado, mm: 12  
 Grado de curado (A/B): -  
 Grupo (1/2/3): -  
 Clase (1/2): -  
 Revestimiento especificado, cm: 25

Observaciones: La hora de inicio de vaciado de camión es la misma que la de realización de cilindros  
 (\*) EN ESTA TRABAJO SOLO SE REALIZO MASA UNITARIA, ADEMÁS SOLO SE VACIARON 3,5m<sup>3</sup>  
 Concreto Estructural  
 Se coló trabajo ETAS - 1 en P.S.T. 36  
 Al inicio del colado  
 Al final del colado  
 Al momento de recoger muestras  
 Fecha en que se recogieron las muestras  
 Hora de observación

Referencias: Normas Mexicanas NMX-C-155-1997-ONNOCCE, NMX-C-161-1997-ONNOCCE y NMX-C-162-ONNOCCE-2000  
 Equipo: LCO-002, LCO-003, LCO-004, LCO-006, LCO-007, LCO-011, LCO-016, LCO-017  
 Información tomada de los resultados de acuerdo a la norma mexicana NMX-C-161-ONNOCCE-2004 y el Reglamento para las Construcciones de Edificios  
 Realizó: C.R.V. Revisó: Ing. Mario A. Hernández Fecha: 2007-11-14

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento, sin la autorización escrita de IMCYC  
 Los resultados del presente informe corresponden exclusivamente a los muestreos, ensayos y/o  
 FID-07LCO-004 etc



(Anexo # 9)



Instituto Mexicano del  
Cemento y del Concreto, A. C.

Carretera Federal México - Cuernavaca, km. 10.5, Col. Jardines del Bosque, México, D.F. C.P. 06100  
Tel: (0155) 5276 2000 Fax: (0155) 5276 1110  
www.imcyc.com

PRUEBAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE CEMENTO							
Orden de Trabajo No.		738		Informe Técnico No.		287/2007	
Hoja No.		2		de		2	
Cliente				IMPULSORA TLAXCALTECA DE INDUSTRIAS, S. A. DE C. V.		Especificación	
Muestra No.				Q678 - CEMENTO CPC 30RS/BRA		Laboratorio	
						NMX-C414 - CPC 30R	
P	Consistencia normal	% de agua	25.5	-	-	-	-
R	Tiempo de fraguado	Inicial	160	34 min	45 min	45 MINIMO	-
		Final	290	55 min	122 min	600 MAXIMO	-
U	Wicat y/o Gilmore						
E	Finura en	No. 200	% pasa	-	-	-	-
		No. 130 M	% pasa	96.0	-	-	-
B	%						
A	Sup. específica, Blaine	m <sup>2</sup> /kg	395	-	-	-	-
S	Contenido de aire en el Mortero	%	-	-	-	-	-
S	Sanidad: Expansión o contracción en autoclave	%	0.003	-	-	0.60 MAXIMO	-
F	Fraguado falso: Penetración final	%	55.2	-	-	-	-
I S I C A S	Resistencia a la compresión	A 24 horas	MPa	-	-	-	-
		A 3 días	MPa	25.0	-	-	20 MINIMO
		A 7 días	MPa	30.8	-	-	-
		A 28 días	MPa	38.7	-	-	30 - 50
		Relación A/C		0.458	-	-	-
Análisis Químico	Pluvidéz	%	105	-	-	-	-
	SiO <sub>2</sub> - Sílice	%	15.6	-	-	-	-
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - Alúmina	%	5.3	-	-	-	-
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - Óxido férrico	%	3.4	-	-	-	-
	CaO - Cal combinada	%	55.7	-	-	-	-
	CaO - Cal libre	%	0.8	-	-	-	-
	MgO - Magnesio	%	1.6	-	-	-	-
	SO <sub>3</sub> - Trisúlfato de azufre	%	3.2	-	-	-	-
	Residuo Insoluble	%	1.97	-	-	-	-
	Perdida por carbonación	%	6.8	-	-	-	-
	Suma		99.17	-	-	-	-
	Na <sub>2</sub> O - Óxido de sodio	%	0.37	-	-	-	-
	K <sub>2</sub> O - Óxido de potasio	%	0.48	-	-	-	-
Total de álcalis (Na <sub>2</sub> O + 0.658 K <sub>2</sub> O)	%	0.89	-	-	-	-	
Compuestos potenciales	C <sub>3</sub> S - Silicato tricálcico	%	-	-	-	-	-
	C <sub>2</sub> S - Silicato dicálcico	%	-	-	-	-	-
	C <sub>4</sub> A - Aluminato tricálcico	%	-	-	-	-	-
	C <sub>4</sub> AF - Ferr. alum. tetra cálcico	%	-	-	-	-	-
	Suma		-	-	-	-	-

Observaciones: Los resultados son únicamente para la muestra recibida.  
El muestreo y procedencia de este cemento fue responsabilidad del  
IMCYC ( ), CLIENTE ( X )  
PROVEEDOR: LATINOAMERICANA DE CONCRETOS, S. A. DE C. V.

Precisión: El resultado de dos pruebas adecuadamente realizadas, no debe diferir en los valores listados.

Referencias: NMX-C-49-ONNOCCE-2005, NMX-C-46-1997-ONNOCCE, NMX-C-67-1997-ONNOCCE, NMX-C-59-ONNOCCE-2006,  
NMX-C-61-ONNOCCE-2001, NMX-C-62-1997-ONNOCCE, NMX-C-131-1995, NMX-C-132-1997-ONNOCCE, NMX-C-414-ONNOCCE-2004

Realizó: Alejandro Cifra Barreros  
Técnico Laboratorio Cemento

Revisó: Ing. David de la Cruz Morales  
Jefe Laboratorio Cemento

Fecha de elaboración:  
2007-09-04

Hoja 01 de 02



(Anexo # 10)


**LABORATORIO NACIONAL DE LA CONSTRUCCION, S.A.**

CALLE 23 No. 23 SAN PEDRO DE LOS PINOS, MEXICO, D.F. C.P. 03600

TELS : (55) 5598 8655 (55) 5598 8182 (55) 5598 8123

http://www.lanco.com.mx

e-mail: lanco@lanco.com.mx

México, D. F. a 11 de Septiembre de 2007.

Informe: 405 / 07

Hoja: 2 de 2

Clave: C P T

DETERMINACIONES	EN TERMINO DE MUESTRA	p.p.m.	ESPECIFICACIONES NMX-C-122-ONNCCCE-2004 LIMITES EN p.p.m.
Manganeso	Mn	0,0	---
Cloro libre disponible	Cl	---	---
Cloro combinado disponible	Cl	---	---
Cloro residual total	Cl	0,0	---
Sólidos totales	CaCO <sub>3</sub>	345	---
Sólidos disueltos	CaCO <sub>3</sub>	345	---
Sólidos en suspensión	CaCO <sub>3</sub>	0,0	2,000 máximo ✓
PH	Unidad	7,11	6 mínimo. ✓
<b>CATIONES</b>			
Calcio	Ca	49,0	---
Magnesio	Mg	79,85	100 ✓
Sodio	Na	116,46	---
<b>TOTAL CATIONES:</b>		245,31	---
<b>ANIONES</b>			
Bicarbonatos	HCO <sub>3</sub> +CO <sub>3</sub>	181,09	---
Carbonatos	CO <sub>3</sub>	0,0	600máximo ✓
Hidróxidos	OH	0,0	---
Sulfatos	SO <sub>4</sub>	38,06	3000 máximo ✓
Cloruros	CL	24,71	400máximo ✓
Fosfatos		0,0	---
Sulfitos		0,0	---
Nitratos	NO <sub>3</sub>	1,46	---
Cromatos		0,0	---
<b>TOTAL ANIONES</b>		245,31	---

De acuerdo con los valores obtenidos el agua **SÍ** cumple para emplearse en la elaboración de concreto hidráulico.

Esperando que esta información les sea de utilidad, nos es grato quedar a sus apreciables órdenes.

ATENTAMENTE

 ARQ. EDUARDO CORREA RODRIGUEZ  
 GERENTE TÉCNICO.

(Anexo # 11)



**LABORATORIO NACIONAL DE LA CONSTRUCCION, S.A.**  
 CALLE 23 No. 23 SAN PEDRO DE LOS PINOS, MEXICO, D.F. C.P. 03800  
 TELS.: (55) 5598 8655 (55) 5598 8182 (55) 5598 8123  
 http://www.lanco.com.mx e-mail: lanco@lanco.com.mx

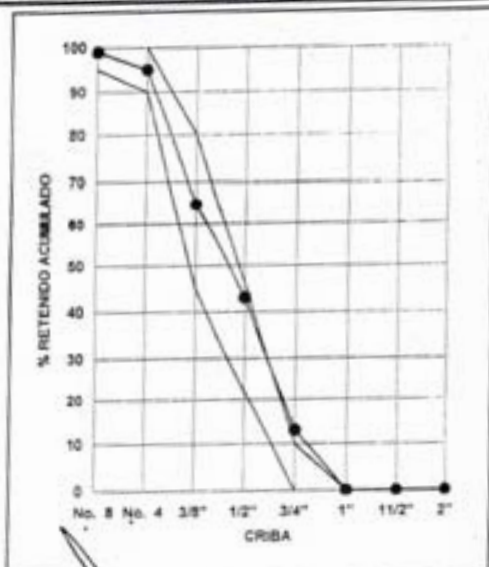
### ANALISIS FISICO DE GRAVA

CONSTRUCTORA :	IMPULSORA TLAXCALTECA DE INDUSTRIAS, S.A DE C.V	ESTUDIO No. :	90/07
OBRA :	PUNTE VEHICULAR	CLAVE :	URZ
LOCALIZACION :	MUYUGUARDA Y EJE 3 OTE	FECHA DE ENSAYE :	10/08/2007
MUESTRA No. :	174	FECHA DE INFORME :	11/08/2007

DATOS DEL MUESTREO	DESCRIPCION DEL MATERIAL :	GRAVA CALIZA
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO :	TRITURACION Y CRIBADO
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO :	ALMACEN PLANTA LACOSA ESTRELLA
	UBICACION DEL BANCO DONDE PROCEDE EL MATERIAL :	MAQUINARIA Y CANTERA MINA APASCO
TAMAÑO MAX. (19 mm) 3/4 a No. 4		PARA USARSE EN : CONCRETO HIDRAULICO

CRIBAS	RETENIDO INDIVIDUAL %	RETENIDO ACUMULADO %	ESPECIFICACION NMX C-111-ONNCC E	
			MINIMO	MAXIMO
2"			0	0
1 1/2"			0	0
1"			0	0
3/4"	13	13	0	10
1/2"	30	43	22	46
3/8"	22	65	45	80
No. 4	30	95	90	100
No. 8	4	99	95	100
CHAROLA	1	100		

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	
MASA VOL. SUELTA :	1391 Kg / m <sup>3</sup>
MASA VOL. COMPACTA :	1525 Kg / m <sup>3</sup>
ABSORCION :	1.6 %
DENSIDAD :	2.6 g / cm <sup>3</sup>
ARENA EN GRAVA :	5 %
PERDIDA POR LAVADO	--



OBSERVACIONES :
ELABORÓ
APROBÓ

NORMA DE REFERENCIA : NMX-C-111-2004  
 NORMA EQUIVALENTE : ASTM-C-33

LOS DATOS CONTENIDOS EN ESTE INFORME NO PUEDEN SER REPRODUCIDOS PARCIAL O TOTALMENTE SIN AUTORIZACION DE LA GERENCIA TECNICA.  
 LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL PRESENTE INFORME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE A LA (S) MUESTRA (S) ENSAYADA (S).

LANCONFI-030404  
 No. Rev. 00  
 2006-10

11

(Anexo # 12)



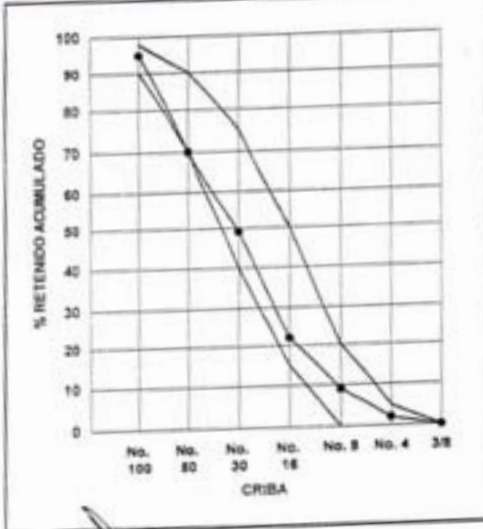
**LABORATORIO NACIONAL DE LA CONSTRUCCION, S.A.**  
 CALLE 23 No. 23 SAN PEDRO DE LOS PINOS, MEXICO, D.F. C.P. 03800  
 TELS.: (55) 5598 8655 (55) 5598 8182 (55) 5598 8123  
 http://www.lanco.com.mx e-mail: lanco@lanco.com.mx

**ANALISIS FISICO DE ARENA**

CONSTRUC	IMPULSORA TLAXCALTECA DE INDUSTRIAS S.A. DE C.V.	ESTUDIO No.:	93/2007
OBRA:	PUENTE VEHICULAR	CLAVE:	U R Z
LOCALIZACION:	MUYUIGUARDA Y EJE 3 OTE.	FECHA DE ENSAYE:	13-ago-07
MUESTRA No.:	176	FECHA DE INFORME:	14-ago-07

DATOS DEL MUESTREO	DESCRIPCION DEL MATERIAL:	ARENA DE RIO
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO:	---
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO:	ALMACEN PLANTA LACOSA ESTRELLA
	UBICACION DEL BANCO DONDE PROCEDE EL MATERIAL:	TEPETZINGO EDO. DE MORELOS
PARA USARSE EN: CONCRETO HIDRAULICO Y/O MORTERO		

CRIBAS	RETENIDO INDIVIDUAL %	RETENIDO ACUMULADO %	ESPECIFICACION NMX-C-111-ONNCE	
			MINIMO	MAXIMO
3/8	0	0	0	0
No. 4	2	2	0	5
No. 8	7	9	0	20
No. 16	13	22	15	50
No. 30	27	49	40	75
No. 60	21	70	70	90
No. 100	25	95	90	95
CHAROLA	5	100		



CARACTERISTICAS DEL MATERIAL	
MASA VOL. SUELTA:	1482 Kg./m <sup>3</sup>
MASA VOL. COMPACTA:	1601 Kg./m <sup>3</sup>
EQUIVALENTE DE ARENA:	87.0 %
ABSORCION:	5.5 %
DENSIDAD:	2.4 gr./cm <sup>3</sup>
PERDIDA POR LAVADO:	3.1 %
CONT. MAT. ORGANICA:	---
GRAVA EN ARENA:	2.0 %
MODULO DE FINURA:	2.47
CONTRACCION LINEAL:	0 %
LIBRTE LIQUIDO:	N.P. %

OBSERVACIONES:

---

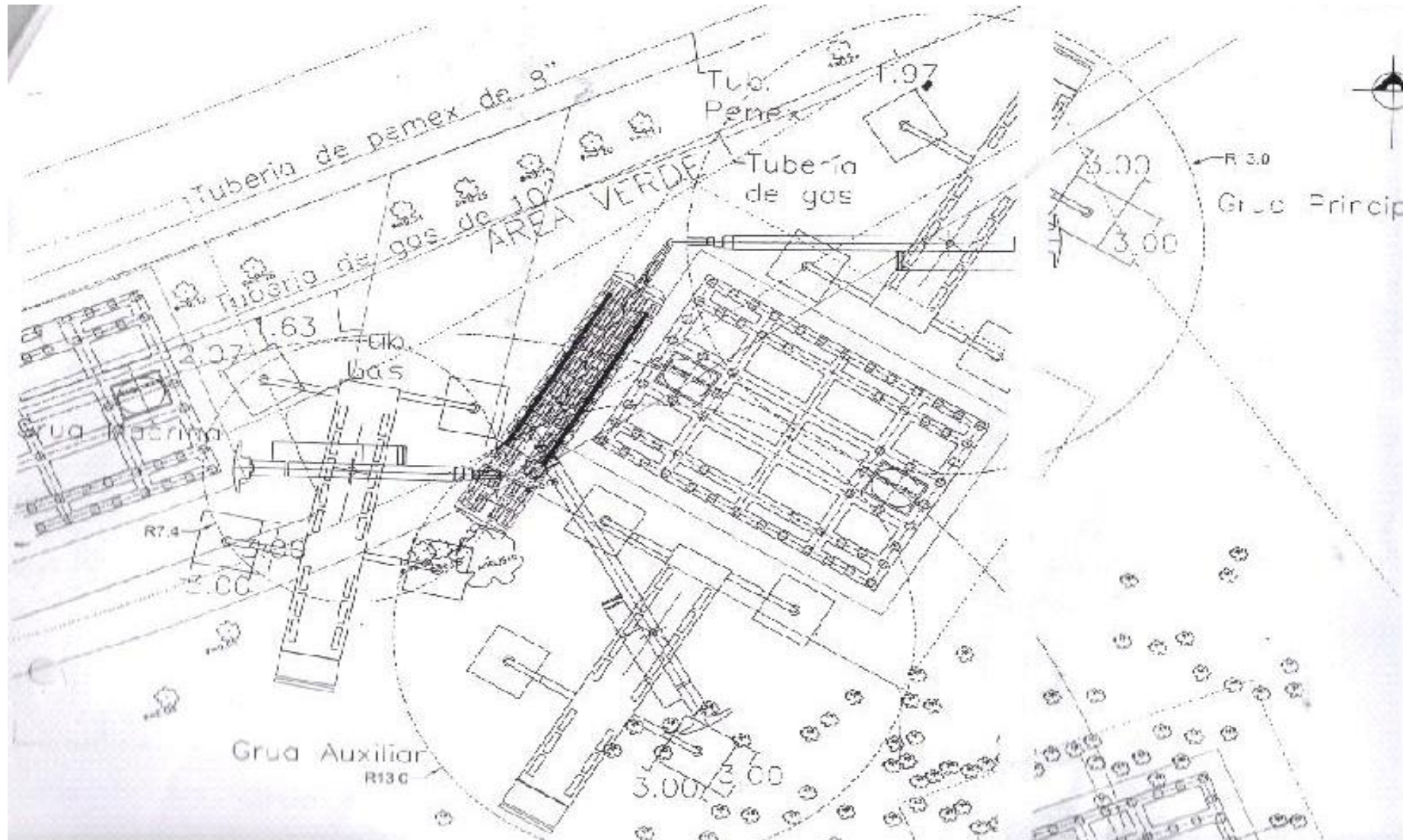
ELABORO: \_\_\_\_\_ APROBO: \_\_\_\_\_

NORMA DE REFERENCIA: NMX-C-111-2004  
 NORMA EQUIVALENTE: ASTM-D-29  
 LOS DATOS CONTENIDOS EN ESTE INFORME NO PUEDEN SER REPRODUCIDOS PARCIAL O TOTALMENTE SIN AUTORIZACION DE LA GERENCIA TECNICA.  
 LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL PRESENTE INFORME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE A LA (S) MUESTRA (S) ENSAYADA (S).

LAN-CON-F1-2Rev16  
 No. Rev. 02  
 2008-10  
 RFC/079442



(Ingeniería de montaje)





# BIBLIOGRAFÍA.



---

## BIBLIOGRAFÍA.

- ✓ Memoria de Calculo Estructural del Eje Troncal Metropolitano, Puente Vehicular Muyuguarda, Proyectista RIOBOO S.A. de C.V.
  - ✓ Libro naranja de las Normas de Construcción del Distrito Federal, Libro 2, tomo I, parte 01, sección 02, capítulo 001.
  - ✓ Libro naranja de las Normas de Construcción del Distrito Federal, Libro 2, tomo I, parte 02, sección 01, capítulo 001.
  - ✓ Libro naranja de las Normas de Construcción del Distrito Federal, Libro 2, tomo I, parte 03, sección 03, capítulo 001.
  - ✓ Libro naranja de las Normas de Construcción del Distrito Federal, Libro 2, tomo I, parte 03, sección 03, capítulo 003.
  - ✓ Libro naranja de las Normas de Construcción del Distrito Federal, Libro 2, tomo I, parte 03, sección 03, capítulo 008.
  - ✓ Libro naranja de las Normas de Construcción del Distrito Federal, Libro 2, tomo I, parte 03, sección 03, capítulo 009.
  - ✓ Libro naranja de las Normas de Construcción del Distrito Federal, Libro 2, tomo I, parte 03, sección 03, capítulo 010.
-