



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MEXICO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

FACULTAD DE INGENIERÍA.



**“PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ARCO ORIENTE CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE
MÉXICO”**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**Presentan: Gerardo Javier Mercado Malagón
Jorge Madrigal Iracheta.
Ysaías Ávalos Rojas.
Efrén Sámano Luna
Hugo Antonio Resendiz Guerrero.**

México, D.F. Diciembre de 2004.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTTT/089/98

Señores
YSAIAS AVALOS ROJAS
JORGE MADRIGAL IRACHETA
GERARDO JAVIER MERCADO MALAGON
HUGO ANTONIO RESENDIZ GUERRERO
EFREN SAMANO LUNA
Presentes

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

"PROYECTO Y CONSTRUCCION DEL PUENTE VEHICULAR PERIFERICO ORIENTE -CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MEXICO"

INTRODUCCION

- I. PROGRAMA INTEGRAL DE TRANSPORTE Y VIALIDAD**
- II. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO**
- III. SUBESTRUCTURA**
- IV. SUPERESTRUCTURA**
- V. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS**
- VI. PROGRAMACION Y CONTROL DE OBRA**
- VII. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD**
- VIII. OPERACION Y MANTENIMIENTO**

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 3 de junio de 1998.
EL DIRECTOR

ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS
JMCS/GMP*lmf

Juan C. Fernández

Miembros del Jurado del Examen Profesional

- **Ing. Luis Candela Ramírez.**
- **Ing. Alejandro Ponce Serrano.**
- **Ing. Octavio Lorenzo Miranda Cordero.**
- **M.I. Juan Carlos Fernández Casillas.**
- **M.I. Carmelino Zea Constantino.**

TEMA:

Proyecto y Construcción del puente vehicular Periférico Oriente - Canal de Chalco en la Ciudad de México.

INTRODUCCIÓN: Importancia de los Puentes Vehiculares a soluciones viales en la red primaria del Distrito Federal.

ÍNDICE

1.- PROGRAMA INTEGRAL DE TRANSPORTE Y VIALIDAD.....	9
1.1 INTRODUCCIÓN.....	9
1.2 DIAGNÓSTICO.....	10
1.3 PLANEACIÓN.....	15
1.4 INFRAESTRUCTURA.....	18
2.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	31
2.1 LOCALIZACIÓN.....	31
2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PUENTE.....	32
2.3 JUSTIFICACIÓN.....	37
2.4 ESTUDIOS PREVIOS.....	42
3.- SUBESTRUCTURA.....	44
3.1 ESTUDIOS ESPECÍFICOS.....	44
3.1.1. INTRODUCCIÓN.....	44
3.1.2. TIPOS DE SONDEO.....	44
3.1.3. SONDEOS EXPLORATORIOS.....	45
3.1.4. MÉTODO DE PENETRACIÓN CÓNICA.....	47
3.1.5. MÉTODOS DE SONDEO DEFINITIVO.....	48
3.2 ZONIFICACIÓN.....	49
3.2.1. COSTRA SUPERFICIAL.....	49
3.2.2. ARCILLA BLANDA GRIS VERDOSA.....	50
3.2.3. ARCILLA ARENOSA CAFÉ DE CONSISTENCIA MUY VARIABLE.....	51
3.2.4. ARCILLA GRIS VERDOSA BLANDA.....	52
3.2.5. ARCILLA LIMOSA.....	52
3.3 CARACTERÍSTICAS DE LA CIMENTACIÓN.....	55
3.3.1. TIPOS DE CIMENTACIÓN.....	56
3.4 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE CIMENTACIÓN.....	57
3.4.1. LOSA DE CIMENTACIÓN.....	62
3.4.2. TRABES DE LIGA.....	62
3.4.3. PILOTES.....	65
3.4.3. PILOTES.....	66
3.4.4. PEDESTALES (DADOS).....	67
3.5 CRITERIOS DE DISEÑO.....	69
3.5.1. RECONOCIMIENTO DEL SITIO.....	69
3.5.2. Requisitos mínimos para la investigación del subsuelo.....	69

3.5.2.1. Construcciones ligeras o medianas de poca extensión y con excavaciones someras.....	69
3.5.2.2 Construcciones pesadas, extensas o con excavaciones profundas.....	69
3.5.2.3. Acciones de diseño.....	71
3.5.2.4. Factores de carga y resistencia.....	72
3.6 NORMAS Y ESPECIFICACIONES GENERALES.....	75
3.6.1. ESPECIFICACIONES.....	75
3.6.1.1. MATERIALES.....	75
3.6.2. REVISIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE DE FALLA.....	78
3.6.2.1. FLEXIÓN.....	78
4.- SUPERESTRUCTURA.....	82
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	82
4.2 ESTUDIOS ESPECÍFICOS.....	85
4.2.1. ESTUDIOS DE TRÁNSITO.....	85
4.2.2. ESTUDIOS DE CONSTRUCCIÓN.....	86
4.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	86
4.3.1. TRABES O VIGAS POSTENSADAS.....	86
4.3.2. COLUMNAS.....	86
4.3.2.1 TIPOS DE COLUMNAS.....	94
4.3.2.2. REFUERZO LONGITUDINAL PRINCIPAL.....	94
4.3.2.3. REFUERZO LATERAL PARA COLUMNAS.....	95
4.3.3. ESTRIBO DEL PUENTE.....	102
4.3.4. APOYOS DE NEOPRENO.....	108
4.3.4.1. LIMITACIÓN EN LA DEFORMACIÓN A LA COMPRESIÓN.....	108
4.3.4.2. FACTOR DE FORMA.....	112
4.3.4.3. DEFORMACIÓN AL ESFUERZO CORTANTE.....	112
4.3.5. JUNTAS Y CONEXIONES.....	112
4.4 CRITERIOS DE DISEÑO.....	118
4.4.1. NORMAS QUE DEBEN CUMPLIR LAS ESTRUCTURAS PREFABRICADAS.....	118
4.4.2. ESTRUCTURAS PREFABRICADAS.....	119
4.4.3. NORMAS QUE DEBEN CUMPLIR LA COLOCACIÓN DEL ACERO.....	119
4.4.4. NORMAS QUE DEBEN CUMPLIR EL ACERO EN SU COLOCACIÓN.....	120
4.4.5. CONCRETO PRESFORZADO.....	122
4.4.5.1. PREESFUERZO PARCIAL Y PREESFUERZO TOTAL.....	122
4.4.5.2. REVISIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE DE FALLA.....	123
4.5 FABRICACION Y TRANSPORTE.....	124
4.5.1. FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS POSTENSADAS.....	124
4.5.2. MANEJO Y TRANSPORTE.....	124
4.6 NORMAS Y ESPECIFICACIONES GENERALES.....	125
4.6.1. CARGAS Y ACCIONES QUE SE CONSIDERAN PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.....	125
4.6.1.1. CARGAS PERMANENTES.....	125
4.6.1.2. CARGAS MÓVILES.....	125
4.6.2. SISMO.....	127
4.6.2.1. ANÁLISIS DINÁMICO.....	127
4.6.2.2. ANÁLISIS MODAL ESPECTRAL.....	127
4.6.2.3. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO.....	128
4.6.2.4. FACTOR DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO.....	128
4.6.2.5. FACTOR REDUCTIVO POR DUCTILIDAD.....	129
4.6.2.6. ESPECTROS DE DISEÑO.....	129
4.6.3. VIENTO.....	130
4.6.4. IMPACTO O EFECTO DINÁMICO DE LA CARGA MOVIL.....	134
5.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	135
5.1 CIMENTACIÓN.....	135
5.1.1. FABRICACIÓN DE PILOTES.....	135
5.1.2 Hincado de Pilotes.....	139
5.1.3. EXCAVACIÓN PARA ZAPATAS.....	143
5.1.4. ARMADO CIMBRADO Y COLADO PARA CIMENTACIÓN.....	144
5.2 ESTRUCTURA.....	147
5.2.1. DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ESTRUCTURA.....	147
5.2.2. COLUMNAS.....	148

5.2.3. CIMBRA Y COLADO DE CABEZAL.....	150
5.2.4. FABRICACIÓN Y COLADO DE TRABES TA.....	154
5.2.5 COLOCACIÓN DE TRABES TC.....	157
5.3 ERECCIONES Y MONTAJES.....	159
5.3.1 En Pilotes.....	159
5.4 POSTENSADO Y PRETENSADO.....	161
5.5 PAVIMENTO ASFÁLTICO.....	163
5.5.1 Trabajos Preliminares.....	163
5.5.2 Rehabilitación.....	163
5.5.3 Pavimentos Nuevos.....	167
5.6.3. SEÑALAMIENTO.....	170
6.- PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE OBRA.....	172
6.0 INTRODUCCIÓN.....	172
6.1 PROGRAMACIÓN GENERAL DE OBRA.....	186
6.1.1 OBJETIVO.....	186
6.1.2 PROGRAMA DE CONCURSOS.....	186
6.1.3 PROGRAMA GENERAL DE CONSTRUCCIÓN.....	188
6.1.4 PROGRAMAS DE ACTIVIDADES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	190
6.1.5 PROGRAMA DE AVANCE FÍSICO GENERAL POR CONCEPTO.....	190
6.2 PROGRAM DE UTILIZACIÓN DE MANO DE OBRA.....	195
6.2.1 PROGRAMA CALENDARIZADO DE UTILIZACIÓN DE PERSONAL TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO.....	195
6.2.2 PROGRAMA CALENDARIZADO DE PERSONAL OBRERO.....	196
6.3 PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE MATERIALES.....	197
6.4 PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA.....	201
6.5 PROGRAMA DE EGRESOS.....	204
6.5.1 AVANCE FINANCIERO POR CONCEPTO DE OBRA.....	206
6.5.2 AVANCE FINANCIERO POR CONTRATO.....	207
6.5.3 AVANCE FINANCIERO GENERAL.....	208
6.6 CONTROL DE OBRA CON BASE EN LOS PROGRAMAS.....	209
7.- ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.....	211
7.1 OBJETIVO E IMPORTANCIA DEL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.....	211
7.2 NORMAS DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.....	215
7.3 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.....	219
7.4 SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.....	242
7.5 AUDITORÍA DE CALIDAD.....	256
8.- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	285
8.1 OPERACIÓN.....	285
8.1.1 OPERACIÓN ÓPTIMA DEL PUENTE VEHICULAR.....	285
8.1.2 OPERACIÓN DEL PUENTE CON TRÁNSITO REDUCIDO.....	286
8.1.3 OPERACIÓN DEL PUENTE CON TRÁNSITO MEDIO.....	286
8.1.4 OPERACIÓN DEL PUENTE CON TRÁNSITO LENTO O PARADO.....	286
8.2 MANTENIMIENTO.....	286
8.2.1 MANTENIMIENTO DE LA CARPETA ASFÁLTICA.....	287
8.2.2 LIMPIEZA DEL ALCANARILLADO.....	289
8.2.3 MANTENIMIENTO EN GRIETAS.....	291
8.2.4 MANTENIMIENTO DEL SEÑALAMIENTO.....	296
8.2.5 MANTENIMIENTO DEL ALUMBRADO.....	300
8.2.6 PINTURA.....	301
8.2.7 MANTENIMIENTO DE JUNTAS.....	302
9 CONCLUSIONES.....	306
10 BIBLIOGRAFÍA.....	310

INTRODUCCIÓN

El rápido crecimiento y el acelerado desarrollo de la Ciudad de México en los últimos 25 años, ha tenido como consecuencia una gran demanda de insumos, servicios y satisfactores, además, tomando en consideración que mientras la población de una ciudad o país crece en forma geométrica, los satisfactores lo hacen en forma aritmética y esto prevalecerá en tanto no se revierta el crecimiento poblacional.

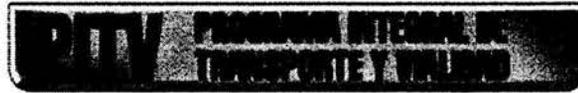
Dentro de esta demanda se encuentra la red vial, que tiene por objeto el de comunicar a los centros urbanos entre sí con rapidez y eficiencia, sin embargo, por el constante incremento del parque vehicular particular, se crean conflictos viales de gran importancia si no son atendidos con toda prontitud y oportunidad, así como factores que inciden con la demanda de este tipo de infraestructura, debido a la expansión de la mancha urbana y al incremento en la densidad de población. El Distrito Federal es una de las ciudades más pobladas del planeta, con una tasa de crecimiento cercana al 3% anual, vale la pena acotar que:

De los 20 millones de personas que habitan la zona metropolitana, el Distrito Federal alberga una población de 9 millones, esto quiere decir que 4 de cada 10 habitantes de la zona metropolitana coexisten en el Distrito Federal y desde luego el resto en los 17 municipios conurbados del Estado de México.

En la zona urbana de la Ciudad de México, que actualmente abarca poco mas de 720 kilómetros cuadrados, se realizan 29.5 millones de viajes persona día, de los cuales el 16.3% se efectúan a través del sistema de transporte colectivo Metro y el 83.7 % utilizan el automóvil particular y el autotransporte concesionado.

Podemos concluir que El Crecimiento Explosivo de la Ciudad, la Saturación de Espacios y la Demanda de Servicios Públicos, ha llevado a las autoridades del Gobierno del Distrito Federal y los Estados circunvecinos, a unir esfuerzos en los programas y obras a realizar, dando un carácter metropolitano para un mejor bienestar de los que en ella habitamos.

1.- PROGRAMA INTEGRAL DE TRANSPORTE Y VIALIDAD.



1.1 INTRODUCCIÓN.

El incremento demográfico y urbano que la Ciudad de México ha venido registrando en los últimos 35 años provocó grandes cambios en su fisonomía. En ese lapso, de ser un asentamiento humano de 316 km², con 6 millones de habitantes, pasó a convertirse en una verdadera Área Metropolitana que alberga 16.2 millones de habitantes, distribuidos en una superficie urbanizada de 1500 km², abarcando actualmente las 16 delegaciones del Distrito Federal y 28 municipios conurbados del Estado de México.

Tabla 1.1.1 Afluencia de pasajeros en las terminales de transporte público foráneo.

TERMINAL	USUARIOS AL DÍA	
	ENTRAN	SALEN
Norte	39,055	34,498
Sur	26,210	11,014
Oriente	70,941	41,322
Poniente	32,222	33,484

Fuente: Secretaría de Transporte y Vialidad (SETRAVI)

La demanda de servicios urbanos ha crecido en igual forma. Por lo que corresponde al transporte en general, el incremento del parque vehicular se viene dando con tasas anuales muy elevadas, pasando de 248,000 vehículos automotores, registrados en el año de 1960, a 3.5 millones, registrados en 1995, de los cuales se encuentran en operación diariamente del orden de 2.8 millones.

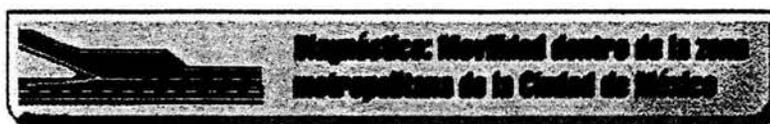
El número de tramos de viaje/persona/día registrados en 1995 fue de 30.7 millones y se estima que para el año 2020 será del orden de 53 millones, lo que agudizaría los problemas de movilidad. Esta situación exige una identificación concreta de estrategias que afronten de manera integral las demandas futuras de transporte.

Las autoridades del Departamento del Distrito Federal han tomado diversas acciones orientadas a resolver la problemática del transporte y la vialidad. En lo que respecta al sector Transporte, destacan la elaboración de la Ley de Transporte, el Programa Integral de Transporte y Vialidad 2001 – 2006 y la actualización del Plan Maestro del Metro realizada en 1995.

El objetivo central que persigue este programa es, lograr un tránsito cada vez más libre y fluido, que solucione problemas graves tanto de congestionamiento como la dinámica de crecimiento de la ciudad, así como garantizar la movilidad de las personas y los bienes a las regiones de la Ciudad de México.

1.2 DIAGNÓSTICO.

Movilidad dentro del Distrito Federal



La Ciudad de México como muchas grandes ciudades del planeta, presenta serios problemas en materia de transporte y vialidad, entre los que destacan: la saturación de las vialidades, el congestionamiento vehicular en horas pico, el alto índice de accidentes y la emisión de contaminantes a la atmósfera.

Son múltiples los factores que contribuyen a ocasionarlos, el contexto regional de la Ciudad de México, el uso de suelo, la población, pero primordialmente podemos hablar de la gran movilidad urbana que se genera en toda la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) y al uso generalizado del auto particular, que ha cobrado especial importancia en los últimos años, debido principalmente a las enormes distancias que se tienen que recorrer para acudir a los centros escolares y de trabajo; así como al deterioro del transporte público de pasajeros en vehículos de combustión interna.

Automóvil Particular

El 18% de los tramos de viaje que se realizan en la ZMCM se efectúa en vehículos particulares, de los cuales la mayor parte de estos viajes (5,144,081) se efectúan en vehículos con placas del Distrito Federal, en automóviles privados. El parque vehicular en operación (restando el Programa Hoy no Circula) es de 2,451,181 siendo 1,853,093 emplacados en el Distrito Federal y 598,088 en el Estado de México con una ocupación promedio de 1.4 pasajeros por vehículo. Situación que provoca cotidianamente congestionamiento en las vialidades principales, con una mayor concentración en los distritos Satélite, del Valle, Narvarte y Echeagaray.

Los viajes realizados con mayor demanda en el Distrito Federal son producidos en 3 delegaciones primordialmente Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero e Iztapalapa. Ahora que el propósito del total de los viajes en la ZMCM el primero lo ocupa el regresar a casa, el segundo lo ocupa el ir al trabajo, el tercero es ir a la escuela y el cuarto ir de compras y otros.

Por otra parte, la generación de viajes en las delegaciones y municipios alejados del centro de la Ciudad, principalmente en la zona oriente y norte, corresponde a viajes en transporte público. Esto lo podemos observar en la siguiente gráfica.

Tabla 1.2.1 Porcentajes de origen y destino por Delegación, a saber:

Delegación	Porcentajes de origen y destino por Delegación					
	Porcentaje de viajes de origen en			Porcentaje de viajes de destino en		
	Automóvil	Otros	Total	Automóvil	Otros	Total
Distrito Federal	28,18	71,82	6.625.804	26,10	73,90	8.327.191
Alvaro Obregón	30,91	69,09	552.528	33,61	66,39	506.199
Azcapotzalco	22,79	77,21	341.022	20,26	79,74	424.670
Benito Juárez	53,44	46,56	598.788	39,78	60,22	805.083
Coyoacán	34,45	65,55	488.454	26,85	73,15	695.753
Cuajimalpa	19,00	81,00	99.539	18,94	81,06	87.374
Cuauhtémoc	24,54	75,46	628.493	23,73	76,27	1.714.960
Gustavo A. Madero	24,59	75,41	930.627	24,01	75,99	1.016.693
Iztacalco	25,31	74,69	372.249	22,60	77,40	322.187
Iztapalapa	21,30	78,70	867.570	18,61	81,39	696.530
M. Contreras	20,08	79,92	179.363	24,85	75,15	118.531
Miguel Hidalgo	35,27	64,73	342.718	31,52	68,48	747.067
Milpa Alta	5,10	94,90	25.968	6,83	93,17	20.734
Tláhuac	7,08	92,92	138.872	8,17	91,83	95.326
Tlalpan	32,08	67,92	380.998	30,87	69,13	372.182
V. Carranza	23,74	76,26	428.041	22,37	77,63	525.823
Xochimilco	22,99	77,01	250.574	18,50	81,50	178.079

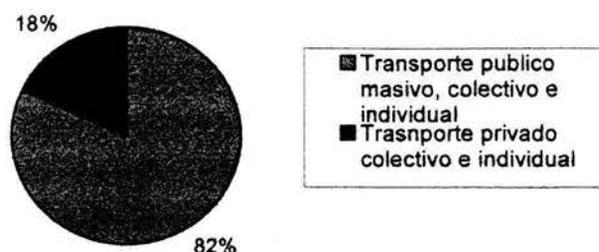
Fuente: La ciudad de México en el fin del segundo milenio. Gustavo Garza. México 2000.

Para desestimular el uso del automóvil y optimizar la superficie de rodamiento se impulsarán programas de reordenación y modernización del transporte público y su infraestructura en todas sus modalidades y, además, se promoverán sistemas de información que indiquen el uso de vías alternas o subutilizadas.

La menor utilización del automóvil particular, requiere de una oferta suficiente y eficiente de transporte público.

Durante 1996 los residentes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México realizaron 30,803,600 tramos/viaje/persona/día, de los cuales el 82% se efectúa en algún modo de transporte público masivo, colectivo e individual; el restante 18% se realiza mediante transporte privado colectivo e individual, siendo el automóvil particular el modo de mayor frecuencia.

Figura 1.2.1 Total de viajes / persona / día.



Fuente: Elaboración Propia

El transporte de superficie está mayoritariamente constituido por automóviles particulares (2,451,181 unidades, 1,853,093 en el D.F. y 598,088 en el Estado de México), seguido por el transporte colectivo (46,805 unidades, 21,670 en el D.F. y 25,135 en el Estado de México), los taxis (69,519 todos del D.F.), el resto son autobuses foráneos, colectivos, tren ligero y trolebuses.

Tendencias en la motorización: vehículos por habitante

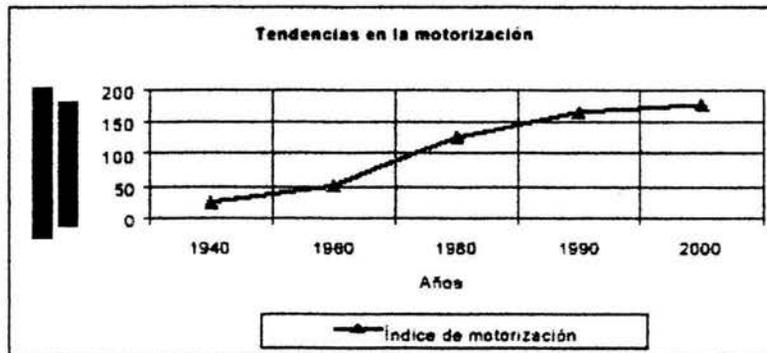
La cantidad de vehículos en circulación por cada mil habitantes ha evolucionado de manera considerable en el Distrito Federal.

Año	Población	Total de vehículos	Índice de motorización
1940	1,757,530	47,980	27.3
1960	4,870,876	248,414	51
1980	8,831,079	1,118,771	126.7
1990	8,235,744	1,372,624	167.7
2000	8,605,239	1,532,533(*)	178.1

Nota: De acuerdo a información del INEGI, las superficies de las delegaciones, Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y pequeñas áreas de Gustavo A. Madero y Álvaro Obregón constituían la Ciudad de México en 1950 y 1960.

(*) Registro de vehículos de Reemplazamiento, hasta el 20 de abril del 2002

Fuente: Elaboración propia (SEDUVI), sobre la base de INEGI, 1950-1990 Distrito Federal, resultados definitivos. Perfil Sociodemográfico; Censo de Población XI y XII; Censo General de Población, México, 1990, 1995 y 2000.



Como se muestra en la gráfica anterior la tendencia en la motorización se incrementa considerablemente a partir de 1960 y en la década de 1990 la tendencia se estabiliza (como se observa en 1990 el índice de motorización era de 167.7% y en el 2000 se incrementa a 178.1%).

Resultados de la encuesta Origen Destino, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

Si bien, a través del tiempo las autoridades capitalinas han instrumentado diversas medidas para solucionarlos, éstas han surtido efecto de forma temporal o parcial. Por ello, es conveniente plantear nuevas acciones con un enfoque a corto, mediano y largo plazo, de manera integral y metropolitana. Ello lleva a reflexionar en la escasa información con que cuenta la ciudadanía respecto a las más elementales reglas de urbanidad, así como en el desconocimiento del Reglamento de Tránsito la deficiente aplicación del mismo.

Estudios de Impacto a la Vialidad

Dichos estudios se realizan como un requisito indispensable en las edificaciones por construir o que soliciten cambio de uso del suelo. Se instrumentan como condición para la obtención de licencia de uso de suelo y/o construcción. Se trata de un estudio de ingeniería de tránsito y transporte, que tiene como objetivo analizar el posible impacto generado en la zona circundante por la obra considerada, de esta manera, se proponen recomendaciones para amortiguar el posible impacto, por ejemplo, el número mínimo de cajones de estacionamiento en la edificación o las adecuaciones en la vialidad, modificaciones en la infraestructura como pasos a desnivel, etc. Tal actividad es especialmente relevante en zonas expuestas a conflictos viales.

- Horarios de los viajes que realizan los residentes de la ZMCM, 1994.

La realización de viajes en la ZMCM se da de manera discontinua a lo largo del día, pero el mayor flujo de tramos de viajes se concentra de las 6:00 a las 8:00 horas (8,418.913); de las 13:00 a las 15:00 horas (6,362.956), y de las 17:00 a las 19:00 horas (5,419.650), horarios en que se realizan el 65.58 % de los tramos de viaje.

Después de esas horas el número de viajeros en el sistema presenta altibajos con una tendencia decreciente durante la mañana hasta llegar a un intervalo con un número mínimo a las 11:00 A.M. con 922.807 tramos de viaje, alcanzando nuevamente un número máximo a las 14:00 horas, con 2,319.528. A partir de ahí vuelve a disminuir y a registrar altibajos el flujo de viajes, hasta las 18:00 horas, cuando se registra otro intervalo importante, con 2,076.483.

Por lo anterior, se puede observar que los viajes matutinos se dan de manera más concentrada que en la tarde y noche, cuando las frecuencias son más irregulares. Dada la movilidad y la concentración de viajes en los horarios en que los usuarios se trasladan a sus centros de trabajo, el DDF ha propuesto que se analice y se realicen proyectos pilotos que induzcan, de común acuerdo con la comunidad, el cambio a horarios escalonados y continuos.

En base a lo antes citado podemos concluir que la población ha modificado sus asentamientos en forma muy significativa en los últimos veinte años, desplazándose, en parte importante, de las delegaciones de la llamada ciudad central, hacia las delegaciones periféricas, especialmente al poniente, al sur y al oriente; e incluso mudándose a los municipios conurbados del Estado de México ubicados al norte de la

ciudad. Así una porción importante de población se aleja de la zona centro y centro norte, mejor dotada de infraestructura vial y de transporte masivo (Metro), y se desplaza, en cambio, hacia zonas sin suficientes vialidades y con nula infraestructura de transporte masivo.

Después de analizar la demanda de movilidad de los habitantes de la ZMCM y los recursos que tiene el GDF para la satisfacción de ésta (marco jurídico, instituciones dedicadas a la materia, infraestructura vial, servicios de transporte y sistemas de apoyo y control) se han encontrado serias discrepancias, desequilibrios e insuficiencias entre la capacidad del sistema de vialidad y la demanda de viajes y servicios de transporte.

CONTAMINACIÓN

El problema de la contaminación es muy serio y complejo y para afrontarlo de manera decidida, se han propuesto, desarrollado y aplicado una serie de estrategias tendientes a evaluar, prevenir y controlar la contaminación, logrando grandes avances en el control del plomo, óxidos de azufre, así como la disminución del monóxido de carbono; sin embargo el decremento de la concentración de contaminantes como el ozono y las partículas en la atmósfera ha sido mínimo con respecto al cumplimiento de la norma de protección de la salud.

En la ZMCM el sector transporte tiene importante aportaciones de casi todos los contaminantes atmosféricos, genera el 98% del monóxido de carbono (CO) y el 81% de los óxidos de nitrógeno (NOX), casi el 41% de los hidrocarburos (HC), el 36% de las partículas menores a 10 micrómetros y aproximadamente el 25% del bióxido de Azufre (SO₂). Siendo el automóvil particular el que más contribuye a la contaminación ambiental.

Las medidas recomendadas para mejorar la calidad en el transporte público, así como para disminuir las emisiones contaminantes, parecen limitadas toda vez que están enfocadas a realizar mejoras en los servicios de transportación del DF y no tienen una visión metropolitana. Habría que cuestionarse de que servirá tener un STC-Metro eficiente, sumado a un adecuado sistema de autobuses de reciente tecnología en el DF, si en el Estado de México persisten sistemas de transportación ineficientes, altamente contaminantes y operando en un sistema de caos.

1.3 PLANEACIÓN.

El Programa Integral de Transporte y Vialidad 2001-2006 es un instrumento normativo básico de la planeación, elaborado por la Secretaría de Transportes y Vialidad, diseñado para cumplir con su responsabilidad de orientar el proceso de desarrollo, fijar las políticas y estrategias en materia de transporte y vialidad para el bienestar común, conforme lo marcan las leyes y lo exigen los principios que rigen la vida colectiva. Se orienta a la solución de los problemas del sector en congruencia y con estrecha vinculación a los objetivos del Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, instrumentado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda

El programa contiene estrategias y líneas de acción para afrontar y reducir los conflictos, atacar los problemas de raíz y encontrar fórmulas de solución para el sector del transporte y vialidad del área metropolitana en su conjunto. Postula una participación decidida y sistemática que da sustento a los esfuerzos del Departamento del Distrito Federal.

Durante los últimos cuatro años, la SETRAVI ha desarrollado una serie de acciones para fortalecer la función de planeación del transporte y la vialidad en el DF. Como resultado de estas actividades se han actualizado las bases de datos requeridas para las aplicaciones del paquete EMME/2, que es el principal instrumento técnico con que se cuenta actualmente para ello.

Después de varios años de trabajo continuo en la materia, se cuenta ya con una base sólida para el desarrollo de un proceso de planeación que permita generar los fundamentos técnicos para la formulación y evaluación de proyectos en el sector transporte. Las herramientas disponibles para la planeación macro del sistema, se complementarán con aplicaciones específicas en las áreas de ingeniería de tránsito y operación de servicios de transporte.

Con esta base y con el propósito de fortalecer la función, la SETRAVI estableció un convenio de colaboración con El Colegio de México para desarrollar conjuntamente, modelos que permitan vincular los procesos de planeación del transporte, el desarrollo urbano y el medio ambiente. Para complementar los resultados obtenidos, durante el año 2002, se desarrollarán estudios adicionales.

Con esta misma orientación, se desarrollarán diversos estudios con financiamiento de organismos internacionales:

- Introduction of climate friendly transport policies and measures in the Mexico City Metropolitan Area, con financiamiento del Banco Mundial y The Shell Fundation.
- Diseño de acciones que coadyuven en la disminución de emisiones de contaminación, generada por el transporte de carga en la ZMCM, en coordinación con la Comisión Ambiental Metropolitana.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

- Sistema de información de condiciones de Tránsito para la estimación de las emisiones contaminantes por fuentes móviles en la ZMCM, en coordinación con la Comisión Ambiental Metropolitana.
- Diagnóstico de intersecciones para definir los criterios de expansión de la red de semáforos computarizada de la Ciudad de México, con financiamiento de la Trade Development Agency (TDA) de Estados Unidos.
- Plan estratégico para el control del tránsito en las principales vialidades del DF, con un enfoque metropolitano, con financiamiento de JICA, (en proceso de concertación).
- Diseño funcional y proyecto de un corredor de transporte público metropolitano, y la implementación del corredor de transporte público en Calzada de la Viga, con la participación de la agencia alemana GTZ.

CONTROL DE TRANSPORTE Y VIALIDAD.

Vialidades factibles a construirse

VIALIDAD	TRAMO	LONGITUD Km.	COSTO Millones	EJECUCI ON Meses	OBSERVACIONES
Circuito Interior Lateral Pte.	Av. 8 – Viaducto Río de la Piedad	1.1	7.5	6	Oposición Vecinal
Ejes 3 y 4 Sur	Republica Federal- A. Periférico	2.5	45	5	Predio ocupado por la Secretaria de Marina
Lateral A. Periférico Pte.	Paseo de las Palmas – Chapultepec	2.1	13.0	6	Ocupando derecho de via del FFCC
Av. Gran Canal	Circuito Interior – Eje 3 Norte	1	8.8	3	Obra simultanea con el entubamiento
Eje 7 Oriente	Av. Guelatao-Calz. Ermita Iztapalapa	1.3	10.4	6	Invasión al derecho de via
Carretera México-Toluca	Conafrut –Zona de curvas	3	9.8	6	Se requieren recursos presupuestales
Calz. Ignacio Zaragoza	Eje 3 Oriente - Viaducto	4.8	350	12	Construcción de puentes vehiculares
Centrales A. Periférico Oriente	Canal de Cuernavaco – Av. Tlahuac	4.2	40	8	Puente vehicular en Canal de Chalco
Eje 6 Norte	Maravillas – Av. Ticoman	5.4	32	10	Afectación a predios particulares y áreas verdes
Av. Republica Federal	Eje 5 Sur – Calz. Ignacio Zaragoza	2	16	6	Existencia de obra inducida
Eje 5 Poniente	Av. Centenario – Las Águilas	1.5	88	8	Alternativa al eje por el panteón Tarango
Eje Central	Av. Insurgentes- Delfin Madrigal	0.8	12	6	Afectaciones a predios particulares
Canal Nacional	Circuito Interior- A. Periférico Oriente	8.3	84	24	Invasión al derecho de vía y afectaciones
Canal de Chalco	A. Periférico – Pirafña	5	30	12	Ocupación del Bordo sur y zona de canales
Eje 4 Norte	Av. Insurgentes Norte- Misterios	1	24	8	Afectaciones a predios particulares
Derecho de via FFCC. Méx.-Cuernavaca	Chapultepec - Contreras	11.5	50.8	10	Invasión en derecho de via
TOTAL		55.5	821.4		

Fuente de elaboración propia

Después de analizar el diagnóstico es evidente que el sistema de transporte y vialidad carece de orden, planeación y la reglamentación adecuada, lo cual genera congestionamientos, pérdida de tiempo en el traslado, graves índices de contaminación, que traen como consecuencia pérdidas económicas y de rendimiento.

Uno de los objetivos del Programa Integral de Transporte es **buscar una vialidad suficiente y adecuada para soportar las necesidades de transporte urbano**. A continuación el Programa Integral de Transporte y Vialidad propone una serie de acciones a corto mediano y largo plazo para combatir esta situación, mismas que se describen a la brevedad como sigue:

MARCO JURIDICO

Actualizar reglamento de tránsito, de servicio para transporte de pasajeros y de carga, de estacionamientos

Asegurar el adecuado desarrollo del Registro Público del Transporte y la elaboración de un manual de impacto vial.

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Elaboración coordinada del Programa Rector de Transporte de la ZMCM

Crear un Comité de Planeación Integral y fomentar la coordinación con los gobiernos delegacionales.

INFRAESTRUCTURA VIAL

Construcción de corredores estratégicos de transporte público, turísticos y culturales

Construcción de un segundo piso en Viaducto y Periférico

Construcción del eje 5 Poniente para desahogar la vialidad en la zona poniente

Construcción de puentes vehiculares entre carretera México-Toluca con Anillo Periférico Sur, puente de Francisco del Paso y Troncoso, puente Oriente 253 en la calzada Zaragoza, puente eje 1 Norte y Periférico, Anillo Periférico- Av. Centenario.

Construcción de 10 distribuidores viales

Construcción de ciclistas

SISTEMAS DE TRANSPORTE

Renovación del transporte público

Substitución de microbuses por autobuses

Renovación de taxis

Promoción y mejoramiento del transporte escolar y de personal

Proyecto coordinado del Tren Suburbano Buenavista-Huehuetoca

Implementación del Seguro Único de Vehículos Automotores, entre otros

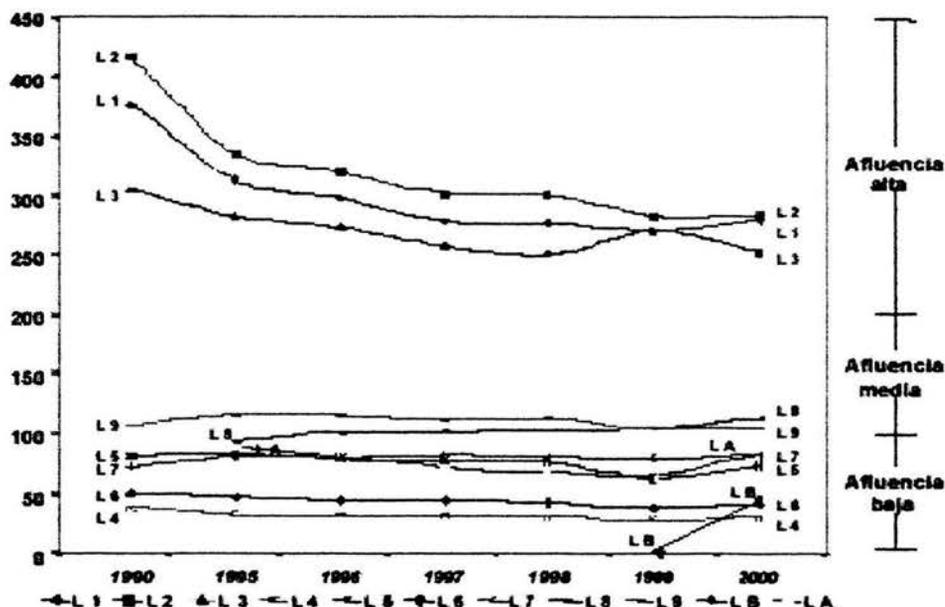
1.4 INFRAESTRUCTURA.

PROBLEMÁTICA ACTUAL.

Insuficiente red vial primaria. El Distrito Federal presenta un déficit de aproximadamente 410 kilómetros de vialidades primarias y 120 kilómetros de vías de acceso controlado. La zona poniente de la ciudad presenta una situación más crítica con un déficit de vialidad provocado por las características topográficas de la zona, por el crecimiento desmedido de asentamientos humanos y por su acelerada conformación como un polo de atracción y generador de viajes.

Falta de preferencia al transporte público. Una realidad es que la red vial no ofrece facilidades suficientes al transporte público ni da preferencia a su operación. La invasión por el comercio informal suele dificultar al extremo el tránsito vehicular, la circulación peatonal y la seguridad tanto para el automovilista como para el pasajero. A esto se suma el hecho de que algunos operan en la vía pública provocando estas mismas facultades en la circulación. Un ejemplo de esto es la variación en la demanda del STC-Metro ocasionado por los cambios en los asentamientos humanos mencionados con anterioridad, así como el comportamiento de la afluencia de pasajeros en las líneas del Metro. Esto contrasta con el significativo aumento en la longitud de la red del Metro en los últimos 10 años, comportamiento que continúa, pues entre 1998 y 2000 la red creció un 6%, mientras que la captación se redujo en un 5%. La tendencia del alto crecimiento de población y viajes generados en las demarcaciones al sur y poniente de la Ciudad, no beneficiaron debido a que el Metro no mantiene instalaciones en esta área.

Demanda anual del Metro 1990 – 2000 (millones de pasajeros)



Falta de estacionamientos. La falta de estacionamientos provoca graves problemas en el flujo vehicular, la insuficiencia de cajones de estacionamiento en determinadas zonas y horarios, ocasiona el uso de la vía pública para este propósito, en doble o triple fila, reduciendo los carriles de circulación o la invasión de las zonas peatonales.

Congestionamientos. El factor común que acompaña las deficiencias en las vialidades en el nivel metropolitano es su elevado grado de saturación y congestionamiento, la situación más crítica se presenta en los siguientes lugares:

3 Vías de Acceso Controlado

- Anillo Periférico
- Circuito Interior y
- Viaducto Miguel Alemán

3 Líneas Troncales de Metro

- Línea 1 Pantitlán-Observatorio
- Línea 2 Taxqueña – Cuatro Caminos
- Línea 3 Indios Verdes – CU

5 accesos urbano-regionales:

- Autopista México–Pachuca-Av. Insurgentes Norte - Indios Verdes
- Autopista México–Puebla-Calzada Ignacio Zaragoza - Pantitlán
- Autopista México–Cuernavaca-Calzada de Tlalpan- Taxqueña.
- Autopista México-Toluca-Av. Constituyentes - Chapultepec
- Autopista México-Querétaro-Periférico Norte - Cuatro Caminos

5 Centros de cambio de modo de transporte de alta afluencia

- Pantitlán
- Indios Verdes
- Taxqueña
- Chapultepec
- Cuatro Caminos

Aeropuerto Internacional “Benito Juárez”

4 Terminales Foráneas de Pasajeros

- Oriente TAPO
- Sur Taxqueña
- Poniente Observatorio
- Norte

Central de Abasto (CEDA)

Baste decir que, en promedio, por cada kilómetro de vialidad primaria existen 9 kilómetros de vías secundarias cuyas características físicas y de operación son distintas, especialmente en zonas de bajos ingresos, por su deterioro, discontinuidad, insuficiencia de señalamiento y administración sujeta a los recursos de los órganos político administrativos del GDF.



Modernización de Vialidades

MODERNIZACIÓN DE VIALIDADES.

El objetivo central que persigue la construcción y modernización de la infraestructura vial en la ZMCM es lograr un tránsito cada vez más libre y fluido, que solucione los graves problemas de congestión que, tanto la propia dinámica de crecimiento de la ciudad como la falta de previsión y planeación, han generado en las últimas décadas. Por ello, y ante la imposibilidad financiera de cubrir todas las necesidades actuales a través de grandes obras de infraestructura, se han debido priorizar las tareas para avanzar sobre ellas gradualmente, al mismo tiempo que se construyen ciertos tramos adicionales de vialidades que ya existen y que las completan.

Tabla 1.4.1 Inventario de las vialidades 1996

Vialidad	Km. totales
Periférico	58.83
Circuito Interior	42.98
Calzada de Tlalpan	17.70
Viaducto	12.25
Viaducto R. Becerra	1.87
Calzada Zaragoza	14.12
Radial Aquiles Serdán	9.80
Radial San Joaquín	5.46
Gran Canal*	8.46
Subtotal	171.42
Ejes viales	421.16
Arterias Principales	320.57
Vialidades principales	913.15
Vialidades secundarias	9,269.06
TOTAL	10,182.21

* Obra en proceso

Fuente: Datos obtenidos por SETRAVI en base al estudio de Red Vial por INEGI de 1995

La construcción de los tramos en cada una de las vialidades responde a las necesidades detectadas a partir de la medición de aforos, de problemas de congestión, de estudios de origen destino y de los recursos disponibles, todo lo cual permite priorizar su construcción en los diferentes plazos considerados. El Gobierno del Distrito Federal cuenta con el Programa Permanente de Modernización de la Infraestructura, que considera principalmente la continuidad de tramos sobre vialidades que ya existen: la construcción de entronques a desnivel; la ampliación de secciones, tanto peatonales como vehiculares; entre otros

Red Vial de la Ciudad de México



Fuente Setravi

El Programa de Infraestructura que se presenta en el PITV, contempla un horizonte de acciones al año 2006 y la ejecución de la obra estará condicionada a la suficiencia presupuestal respectiva y a la disponibilidad de recursos por parte de la iniciativa privada.

**SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO**

El Sistema de Transporte Colectivo Metro (STC-Metro) constituye la infraestructura física, técnica y humana más poderosa con la que cuenta el GDF para enfrentar la demanda de servicios de transporte, permitiendo un desahogo a la carga de las vialidades y aminorando considerablemente el impacto ambiental por pasajero transportado. En la actualidad el STC-Metro, tiene una red de 200 kilómetros de vías dobles -en 11 Líneas y 175 estaciones- los cuales son recorridos diariamente por los 302 trenes que conforman el parque vehicular, de los cuales 201 se tienen programados para la operación diaria, realizando 1 millón 157 mil 490 vueltas anuales, lo que se traduce en una oferta de servicio de 3.4 millones de lugares anuales.

El sistema capta en promedio 4.2 millones de pasajeros en día laborable; en el periodo 1995-1998 la afluencia de usuarios se redujo en cerca de 9%, pero con la entrada en operación de la Línea B, de 1998 a 2000 se obtuvo un incremento cercano al 4%.

LONGITUDES DE LAS LÍNEAS (Km.)

LÍNEA	SUBTERRÁNEO	SUPERFICIAL	ELEVADO	OPERACION	SERVICIO	TOTAL
1	16.796	0.916	-	17.702	16.654	18.828
2	12.550	9.456	-	22.006	20.713	23.431
3	18.146	4.449	-	22.594	21.278	23.609
4	-	1.312	9.435	10.747	9.363	10.747
5	4.951	10.724	-	15.675	14.435	15.675
6	11.858	1.146	-	13.004	11.434	13.947
7	17.754	0.646	-	18.400	17.011	18.784
8	14.301	5.073	-	19.374	17.679	20.078
9	9.531	-	4.913	14.444	13.033	15.375
"A"	2.041	15.151	-	17.192	14.893	17.192
"B"	5.380	12.680	4.185	22.245	20.278	23.722
RED	113.297	61.553	18.533	193.383	176.771	201.388

Fuente: Sistema de Transporte Colectivo – Metro, 22 Enero 2004

El desarrollo del Sistema se ha dado en la porción centro y norte del DF. El día 30 de noviembre del 2000, se puso en marcha la segunda etapa de la Línea "B", la cual comprende 10.5 kilómetros de vías y 8 estaciones, que van desde la estación Continentes hasta la terminal Ciudad Azteca, con esta obra la red del Metro creció un 37% y permitió unir al centro de la Ciudad de México con dos zonas de alta densidad de población en el Estado de México: Ecatepec y Nezahualcóyotl (a la fecha esta Línea ha transportado aproximadamente a 44 millones de pasajeros).

Satisfacer la creciente demanda de transporte del Metro es una tarea que significa enfrentar importantes retos. Por una parte, la conservación, rehabilitación y modernización de la red, y por la otra, la expansión de la misma. Por ello, el Sistema de Transporte Colectivo Metro tiene como prioridades:

1. Preservar en óptimas condiciones la capacidad de servicio de la red actual, dando especial atención a la conservación y rehabilitación del material rodante, equipos e instalaciones de la red y a las estaciones y edificios, mediante prácticas rigurosas de mantenimiento preventivo y reparación programada.
2. Garantizar la seguridad de usuarios y trabajadores en la prestación del servicio, modernizando equipos e instalaciones, así como sistemas y procedimientos de trabajo.
3. Lograr la mayor productividad en la operación y mantenimiento de la red, racionalizando los costos de producción del servicio.
4. Avanzar hacia la autosuficiencia financiera, utilizando un esquema tarifario flexible que compense la elevación de costos y apoye la modernización y crecimiento del sistema sin soslayar la necesidad de subsidiar el servicio en el grado óptimo y justo.
5. Incorporar con toda oportunidad las innovaciones tecnológicas pertinentes por medio de la investigación en el propio sistema, o que hayan sido probadas en otras redes.

La construcción de esta línea reportará beneficios directos a 3 millones de habitantes, aproximadamente, que se asientan a lo largo de su recorrido, más otros 600 mil

habitantes de su área de influencia (en 40 colonias que atraviesa); cubrirá la demanda de 540 mil viajes/persona/día en su etapa inicial, y ahorrará 143 mil horas-hombre diarias al transportarse.

Por otra parte, al revisar la demanda de transporte masivo, con base en la Encuesta origen-destino de los viajes de los residentes del ZMCM, 1994, realizada por el INEGI, se ha priorizado dentro del Plan Maestro del Metro y Trenes Ligeros elaborado en 1996 y con un horizonte al año 2020, la integración del proyecto y la posterior construcción de nuevas líneas, atendiendo siempre a los criterios de confiabilidad, eficiencia y calidad en el servicio.

Todo lo anterior no hubiera sido posible sin la realización de acciones de capacitación, actualización y desarrollo del personal, por lo que también se ha trabajado en estos rubros de manera permanente.

Como acción vital del Plan Maestro del Metro se otorgo prioridad a los mantenimientos extraordinarios que en aspectos concretos requiere la infraestructura de la red, después de más de 25 años de intenso servicio de las primeras líneas, así como a la rehabilitación de los trenes de las primeras series, a fin de obtener importantes ampliaciones de su vida útil y a la sustitución de ciertos elementos de las instalaciones fijas que requieren modernización.

Tabla 1.4.3. Plan Maestro del STC, Construcción de Metro 1995-2003

PLAN MAESTRO DEL S.T.C. METRO
CONSTRUCCIÓN DE METRO 1995 - 2003

Núm.	Línea	Trayectoria	Longitud de Servicio.(Km.)
1	*B	Buenavista - Ciudad Azteca	20.28
2	7	Barranca del Muerto - San Jerónimo	5.26
3	12	Atlalilco - Mixcoac	9.72
4	8	Escuadrón 201 - Acoxta	9.31
		Garibaldi - Indios Verdes	6.29
		Total	50.86

Fuente: Secretaría de Transporte y Vialidad (SETRAVI)

NOTA: La alternativa del Plan Maestro del Metro mostrada en este cuadro, contempla su instrumentación al año 2003

El promedio de construcción por año, durante el periodo 1996-2003 fue de 6 Km.

MOBILIARIO URBANO**Mobiliario urbano**

Figura 1.4.1 Parabus.



Los parabuses tienen como función indicar sobre las vialidades los sitios de ascenso y descenso de los pasajeros a distintos modos de transporte tales como autobuses, trolebuses y taxis con ruta fija, proteger a los usuarios de las inclemencias del tiempo durante su espera y proporcionarles mediante letreros o grafismos, información sobre su ubicación y la ruta o rutas de los transportes.

Actualmente existen 2,347 cobertizos que se encuentran distribuidos en las 16 delegaciones del Distrito Federal. El estado de tales cobertizos es, en la mayoría de los casos, precario o de deterioro, por ello en 1995 se inició el Programa de Paradas Fijas, colocándose 1,500 parabuses en las vialidades de mayor demanda durante 1996, lo que constituyó su primera etapa. El programa contempló en su totalidad entre 1998-2000, la instalación de 5,000 parabuses nuevos.

El diseño de los nuevos parabuses (que sustituyen a los anteriores cobertizos), considera los siguientes componentes:

- Un techo con superficie protectora de plástico policarbonato celular translúcido, con tratamiento para la protección del sol y la lluvia.
- Un panel diseñado para incorporar publicidad con sistema de iluminación.
- Un panel con la información de la ruta o rutas que sirve el cobertizo, así como su ubicación en relación con el resto de la ciudad o de la zona.
- Iluminación para proveer al usuario de mayor seguridad.

Al 5 de Noviembre del 2002, se instalaron un total de 327 Parabuses en tres de los principales corredores viales de la ciudad:

- Av. de los Insurgentes
- Av. Paseo de la Reforma
- Calz. de Tlalpan

Así mismo, se instalaron también en Parque Lira y el Desarrollo Santa Fe.

Dispositivos viales

- Reductores de velocidad
- Intersecciones con vías de ferrocarril
- Confibuses (confinadores de vialidad para uso de transporte público colectivo de pasajeros).

La creciente complejidad de la estructura vial de la ciudad ha obligado a una transformación y adecuación tanto de sus disposiciones en materia de tránsito como de su propia infraestructura; un ejemplo de ello son los dispositivos e innovaciones para el control vial, que tienen por objetivo incrementar los niveles de seguridad en los desplazamientos de los vehículos y de los peatones, y que complementan otras medidas y a las propias obras de infraestructura. Entre los que se han detectado útiles para la ciudad de México se encuentran los que a continuación se enuncian.

- Reductores de velocidad

Ante la necesidad de regular la velocidad del autotransporte que corre a través de las vialidades urbanas y considerando además que el factor velocidad es uno de los detonantes más frecuentes de accidentes en el ZMCM, se elaboraron los Lineamientos para la instalación y diseño de reductores de velocidad para los vehículos que transiten en la Ciudad de México, con base en las disposiciones que establecen los incisos II y V del artículo 11 del Reglamento Interior del DDF y en cumplimiento del capítulo VI, referente a las señales para el control de tránsito, del Reglamento de Tránsito del Distrito Federal.

El reductor de velocidad (REVO) consiste en una prominencia de la superficie de rodamiento que se construye o instala transversalmente al arroyo de una vía, con el propósito de reducir la velocidad de los vehículos que circulan por la misma; su diferencia con el tradicional "tope", es su perfil parabólico, lo que aligera el impacto que sufre el vehículo, logrando sin embargo que disminuya su velocidad.

La sustitución de topes por REVOS en las vialidades que así lo justifiquen, depende de la capacidad presupuestal con que cuenten las Delegaciones Políticas.

En otros países la utilización del REVO ha logrado con éxito reducir las velocidades y accidentes de tránsito, superando a otros sistemas como son los topes.

- Intersecciones con vías de ferrocarril

Existen en la ZMCM poco más de 300 intersecciones con vías de ferrocarril en las vialidades; todas han sido consideradas cruceros peligrosos. Los accidentes más frecuentes son alcances de locomotoras con vehículos automotores (camiones y automóviles), atropellamientos y desprendimiento de vagones (descarrilamiento). Por todo ello se considera que su adecuado tratamiento vial es prioritario. Las acciones a emprender son las siguientes: se prevé la posibilidad de que Ferrocarriles Nacionales de México retire 20 Km de vías del ferrocarril México-Cuernavaca, con lo que se

eliminarían 36 cruces altamente conflictivos, entre ellos: Mazarik, Palmas, Paseo de la Reforma, Alencastre, Av. Toluca, Av. San Jerónimo, Viaducto, Barranca del Muerto, Las Flores, Veracruz y Héroes de Padierna.

Las delegaciones por las que cruzan estas vías son Miguel Hidalgo, Álvaro Obregón y Magdalena Contreras. Se beneficiarían alrededor de 40 colonias entre las cuales hay zonas habitacionales, comerciales, industriales y de servicios. Se espera que de adoptarse esta medida, la contaminación ambiental y por ruido se vea disminuida por la agilización del tránsito vehicular en arterias importantes.

- Confibuses (confinadores de vialidad para uso de transporte público colectivo de pasajeros).

El confibus es un dispositivo de base rectangular y secciones transversales y longitudinales trapezoidales, manufacturado en lámina y en su interior relleno de concreto, el cual es anclado mediante pernos sobre la carpeta asfáltica de la vialidad.

Con el objeto de ser fácilmente visible, su color es amarillo tránsito y en sus extremos incorpora reflejantes de color rojo, en el sentido de la circulación de la vialidad en que esta instalado; y de color amarillo en el sentido de la circulación del contraflujo.

Estos dispositivos que delimitan carriles exclusivos sobre las vialidades urbanas para la circulación de vehículos de alta capacidad de traslado de pasajeros, constituyen una modalidad para dotar de mayor eficiencia al sistema de transportación pública de pasajeros.

Actualmente los carriles de contraflujo existen en 11 vialidades, abarcan una longitud de 120 Km, están señalizados con marcas en pavimento, señales verticales y boyas y el ancho del carril es de 3.50 metros. Este dispositivo representa para los autobuses un ahorro en sus tiempos de recorrido de un 20% a un 25%, cuando son respetados por los automovilistas, cuando no, se pierde un 40% de tiempo y aumentan los accidentes. Los confibuses en el caso de carriles en contraflujo están contruidos para autobuses y trolebuses y, con medidas de tránsito más severas y vigilancia, podrían ampliarse a otros modos de transporte. Para reforzar estas medidas se tiene proyectado un obstáculo que en algunos tramos impida físicamente el cambio de carril de cualquier tipo de vehículo, además de señalamientos de protección complementarios para que los carriles que actualmente son exclusivos, queden confinados para los autobuses y trolebuses del transporte público.

Los resultados de estas pruebas piloto han demostrado que el confibus contribuye significativamente a reordenar al transporte colectivo de pasajeros, tanto en el tramo de carril de contraflujo confinado en el Eje Central Lázaro Cárdenas, como en lo que toca a la zona de ascenso y descenso de pasaje, en la Av. Paseo de la Reforma.

Este Programa esta sujeto a la existencia de suficiencia presupuestal necesaria.

- Estacionamientos

De acuerdo a la encuesta de origen y destino de los viajes de los residentes del Área Metropolitana de la Ciudad de México 1994, del INEGI, los residentes de la ZMCM utilizan diariamente 3,252,000 espacios para estacionamiento; de éstos, 4.7% corresponde a estacionamientos públicos, 57.2% a estacionamientos privados y 38.1% a vías públicas.

También se tiene detectado que el distrito con mayor demanda de estacionamiento es San Ángel Inn, con 3.5% del total; en segundo lugar está la Colonia del Valle, con 3.5%, y en tercero San Miguel Chapultepec y Polanco, con 3.3%.

Tabla 1.4.2 Estacionamientos en las delegaciones del D.F.

DESCGLOSE POR TIPO DE ESTACIONAMIENTO										
DELEGACIÓN	TOTAL	ESTACIONAMIENTOS PÚBLICOS	ESTACIONAMIENTOS PRIVADOS	VÍAS PÚBLICAS	ESTACIONAMIENTOS EN VÍAS PÚBLICAS	ESTACIONAMIENTOS EN VÍAS PRIVADAS	ESTACIONAMIENTOS EN VÍAS PÚBLICAS	ESTACIONAMIENTOS EN VÍAS PRIVADAS	ESTACIONAMIENTOS EN VÍAS PÚBLICAS	ESTACIONAMIENTOS EN VÍAS PRIVADAS
CUAUHTEMOC	594	2	114	60	404	0	14	58.93	51,355	41.83
BENITO JUAREZ	124	0	31	5	85	0	3	12.3	12,948	14.62
M. HIDALGO	120	0	33	1	79	0	7	11.9	15,289	12.45
V. CARRANZA	51	0	7	1	40	0	3	5.06	5,540	4.51
COYOACAN	26	0	10	0	15	0	1	2.58	9,181	7.48
A. OBREGÓN	23	0	7	0	16	0	0	2.28	4,785	3.9
G. A. MADERO	17	0	7	0	9	0	1	1.69	3,446	2.81
TLALPAN	15	0	3	0	8	0	4	1.48	6,190	5.04
AZCAPOTZALCO	15	0	2	1	12	0	0	1.49	948	0.77
IZTACALCO	8	0	1	0	7	0	0	0.79	525	0.43
IZTAPALAPA	6	0	3	0	3	0	0	0.6	4,313	3.51
M. CONTRERAS	6	0	4	0	2	0	0	0.6	3,112	2.53
XOCHIMILCO	4	0	1	0	2	0	1	0.3	225	0.12
CUAJIMALPA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MILPA ALTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TLAHUAC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES EN EL D.F.	1,009	2	223	68	682	0	34	100%	122,857	100%

Fuente: Secretaría de Transporte y Vialidad (SETRAVI)

Se reconoce que la falta de cajones de estacionamiento constituye otro de los "cuellos de botella" para una vialidad adecuada y que es prioritario avanzar en varias líneas para dar una solución viable y acorde con las necesidades que plantea la demanda actualmente, garantizando una oferta suficiente de espacios para este fin. Los estacionamientos se han convertido también en un importante elemento de la infraestructura urbana porque permiten regular el tránsito desincentivando el uso del automóvil; sobre todo para recorridos largos en los que el usuario debe encontrar de manera cómoda y accesible un lugar para dejar el automóvil y trasladarse en transporte público colectivo. Con esta perspectiva se han iniciado ya una serie de acciones y otras más que se han programado de la siguiente forma:

Estacionamientos públicos preferentemente subterráneos

A partir de la demanda y de los espacios disponibles para destinar áreas específicas a estacionamiento en la vía pública, se ha considerado que la mejor opción son los estacionamientos de tipo subterráneo porque permiten optimizar el escaso espacio urbano actual, por lo que se ha prestado especial atención a esta modalidad y se ha establecido un esquema que permitirá promoverla consistentemente en los próximos años. Al concluir el tercer trimestre de 1996, se tuvo el siguiente avance:

A fin de incrementar la oferta de cajones de estacionamiento al público fuera de las vías de circulación, se inició el Programa de estacionamientos públicos preferentemente subterráneos, el cual logró que en 1995, se licitara en una tercera etapa el proyecto, construcción y administración de 33 estacionamientos públicos preferentemente subterráneos en diferentes plazas públicas de la delegaciones Miguel Hidalgo, Tlalpan, Benito Juárez, Venustiano Carranza y Álvaro Obregón, con una capacidad total de 8,400 cajones. Como se señaló, la licitación se efectuó mediante la concesión para el proyecto, construcción, operación y mantenimiento, a fin de que participe la iniciativa privada y se realicen sin costo para la ciudad. Ello implica que la inversión requerida queda a cargo de empresas del sector privado, quienes mediante la concesión respectiva por un plazo determinado habrán de recobrar la inversión aplicada a través del cobro de la tarifa respectiva para que al concluir el plazo concesionado la propiedad del estacionamiento se revierta al Gobierno de la Ciudad.

Bajo este esquema se llevó a cabo, en una primera etapa el estacionamiento Plaza Bellas Artes, y en segunda el estacionamiento denominado Plaza Garibaldi, ambos en la Delegación Cuauhtémoc.

Durante 1997 la Secretaría de Transportes y Vialidad solicitó a la Delegaciones su propuesta para la edificación de nuevos estacionamientos, para que con base en tal inventario, la SETRAVI proceda a efectuar los estudios técnicos generales y de viabilidad correspondientes, y proceda en su caso, a efectuar los procesos de licitación respectivos.

Para el año 2000 se previó aumentar el número de cajones de estacionamientos bajo esta modalidad, en el total de las Delegaciones del Distrito Federal y posibilitar que 16,200 espacios que actualmente ocupan los vehículos estacionados en las vialidades, se utilicen para mejorar la circulación y el tránsito.

• Parquímetros

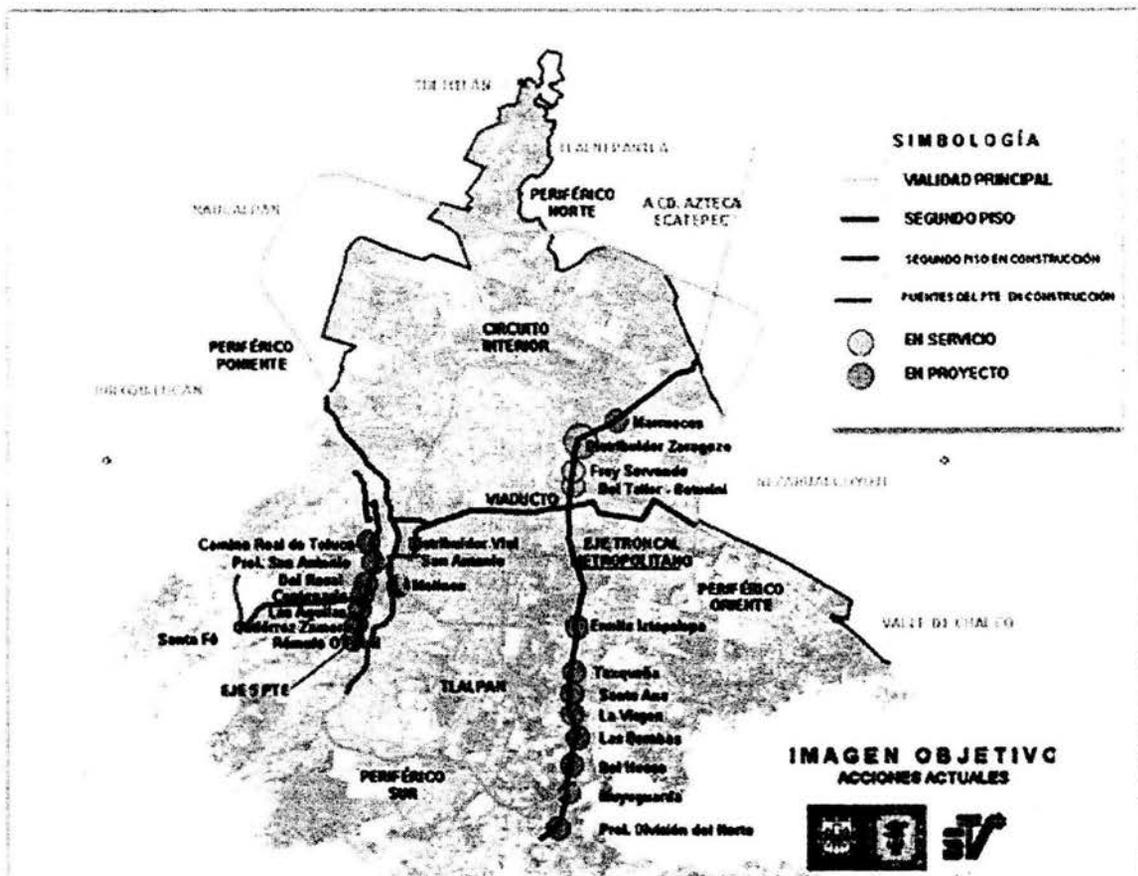
Un aspecto estratégico en la planeación del transporte de la Ciudad de México y de la necesaria adecuación de las condiciones de vialidad y tránsito que se requieren en la actualidad para inhibir el estacionamiento en la vía pública, es el establecimiento de parquímetros. Tales mecanismos forman parte de la primera etapa del Programa de Estacionamientos Públicos y su instalación surge por la falta de posibilidades técnicas y financieras, de edificar un mayor número de estacionamientos lo cual disminuirá el índice de ocupación del vehículo particular y abatirá los niveles de congestión.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El Departamento del Distrito Federal, determinó concesionar la operación del Programa de Parquímetros (aparatos de medición del tiempo de estacionamientos en la vía pública, que pueden ser mecánicos o electrónicos y que funcionan a través del depósito de moneda), a través de la empresa Servicios Metropolitanos, S.A. de C.V. (Servimet) a empresas privadas, donde obtienen también beneficios económicos los vecinos en cuyas calles se instalan estos equipos de peaje. En el mes de diciembre de 1992 y previa autorización del proyecto por el Comité de Servicios Públicos Concesionables del D.D.F., Servimet llevó a cabo la licitación pública para la instalación, operación y mantenimiento de 6,000 instrumentos de medición para el control del estacionamiento en la vía pública, para ser colocados en la zona delimitada por las colonias Juárez y Cuauhtémoc, la cual se determinó con base al estudio de "Zonas Críticas de Estacionamiento" que en su momento efectuó la Secretaría General de Protección y Vialidad y que avaló la también entonces Coordinación General del Transporte. Así, a partir del último trimestre de 1994 dio inicio la operación del programa piloto de parquímetros.

En el corto plazo la SETRAVI continuará cumpliendo con la función que tiene asignada para este programa y que se refiere a la definición de las "Zonas Críticas de Estacionamientos" para comunicar a SERVIMET la utilización de las calles que requieren de este sistema de peaje y dónde en el mediano plazo no se prevé la construcción de nuevos estacionamientos.

VIALIDADES, ACCIONES ACTUALES



DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

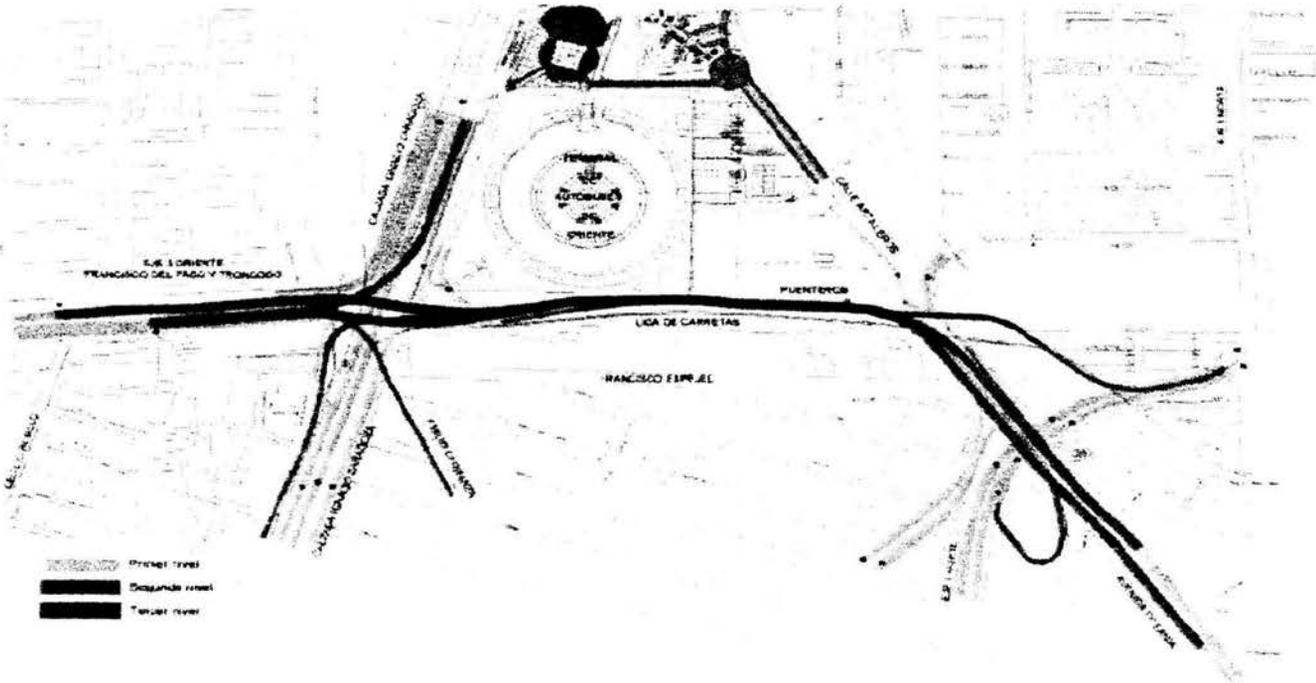
Fuente: Secretaria de Transportes y Vialidad


GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
 Secretaria de Obras y Servicios

DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA - OCEANIA

DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION DE OBRAS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

PLANTA GENERAL OPERACIONAL



Distribuidor Vial Zaragoza-Oceania


GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
 Secretaria de Obras y Servicios

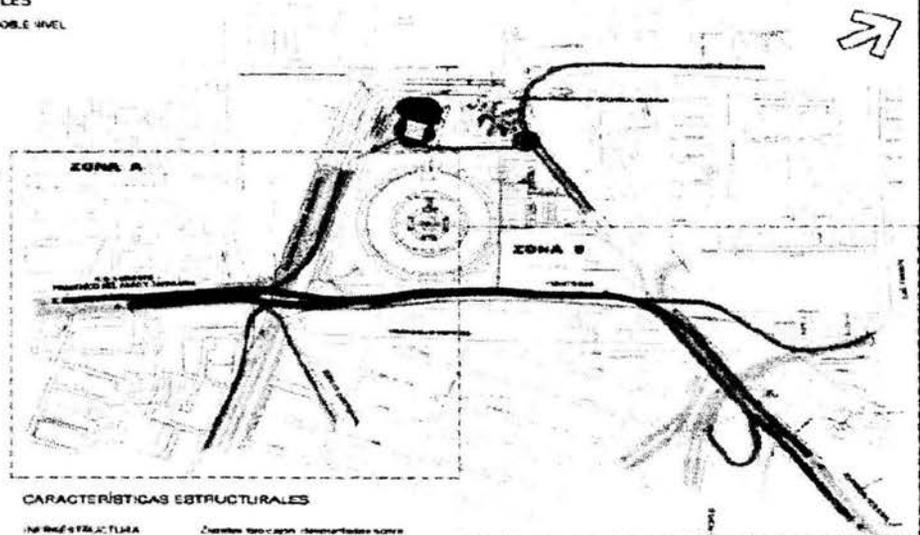
DISTRIBUIDOR VIAL ZARAGOZA - OCEANIA

DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION DE OBRAS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES, GEOMETRICAS Y OPERACIONALES

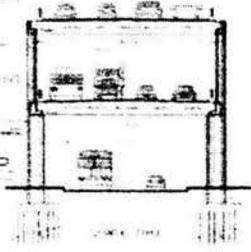
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y OPERACIONALES

TIPO DE SOLUCION	VIAJETO ELEVADO A DOBLE NIVEL
LONGITUD PROMEDIO	1.386,60 m
SEÑALES PRINCIPALES Y SEÑALIZACION (750.000.000)	1.700 US \$ 11.400.000
Nº DE CARRETERAS	314 por nivel
LONGITUD TOTAL DE SEÑALES PRINCIPALES	31.04 m
DIRECCIONALES, SACAS Y RAMALES	7.10 m - OBRAS DE OBRAS
DE SEÑALES VERIFICADAS	5.30 m - OBRAS CON VALDAD Y ENTRE VARIACIONES
P.F.C.C.	5.000 m ² - OBRAS Y SANEAMIENTO
CAPACIDAD	70 Km. 1H
VELOCIDAD DE PROYECTO	700.000 - 800
POBLACION BENEFICIARIA	



CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

INSTRUMENTACION	Zonas de ocupación intermedias como puentes de tracción
SUBESTRUCTURA	Muros, columnas peraltadas y columnas prefabricadas
SUPERESTRUCTURA	Tubos con capos prefabricados, empalmados, morteros, hormigón y albañilería prefabricada, con el peso de 45.000 m ³ de obra (según Zaragoza)



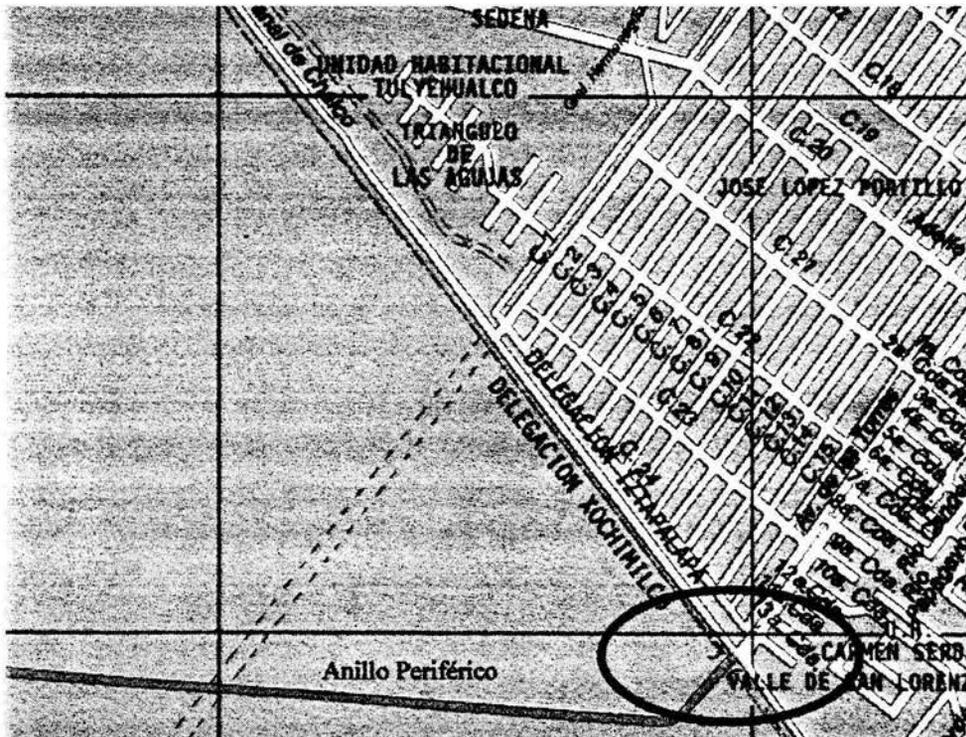
2.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

2.1 LOCALIZACIÓN.

El puente vehicular se localiza sobre Periférico Arco Oriente (Av. Canal de Chalco Km. 11.7) en el cruce con la Av. Canal de Chalco, y corresponde a los límites de las Delegaciones Xochimilco e Iztapalapa. La zona es de alta densidad poblacional y por consecuencia de movilidad y solo existen dos vías de acceso al área urbana de la zona, estas vías de penetración son:

1. ANILLO PERIFÉRICO ARCO ORIENTE
2. CANAL DE CHALCO

Figura 2.1.1 Localización del Puente.

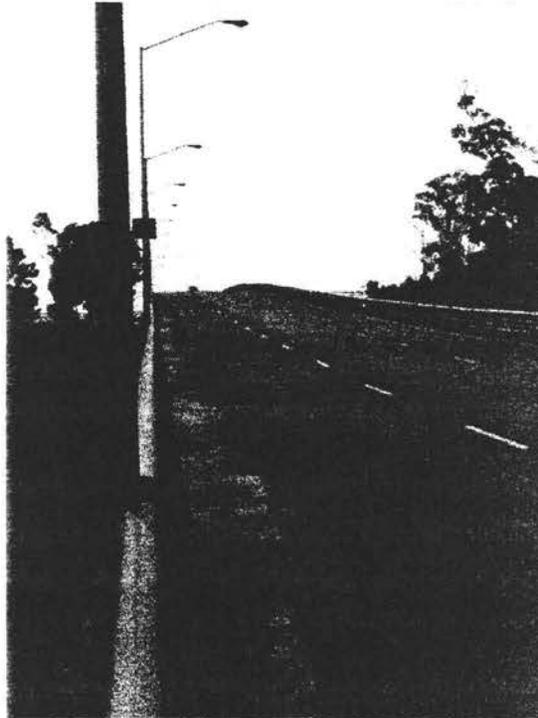


Fuente: Guía Roji

Las vías de enlace que cubren los movimientos de penetración hacia la zona de análisis de manera directa son; El propio Anillo Periférico con la carga vehicular proveniente del Norte de la ciudad, y de la vía más cercana, que es Prolongación División del Norte. Vías como la Calzada México Tulyehualco, Culhuacán y Tlahuac-Chalco, que podrán generar volumen vehicular a la intersección en muestreo, sin embargo debemos considerar que anteriormente la movilidad o volumen vehicular, toca a la intersección con segundo punto de acceso a la zona de Xochimilco y Tlahuac.

2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PUENTE.

Figura 2.2.1 Foto del puente Periférico Arco Oriente Canal de Chalco, en la Ciudad de México



Fuente: Elaboración Propia

- El puente se localiza en la intersección del Anillo Periférico (Canal de Garay) y el Canal de Chalco.
- La vialidad principal que cruza es Canal de Chalco
- Tiene una longitud total de 506m.
- La altura máxima del puente, del terreno natural al nivel de rasante es 7.55 m.
- El puente tiene 12m. De ancho, en el cual quedan 3 carriles.
- El trazo del puente es recto.
- Los materiales principales empleados son: concreto reforzado, concreto presforzado pretensado y concreto presforzado postensado.

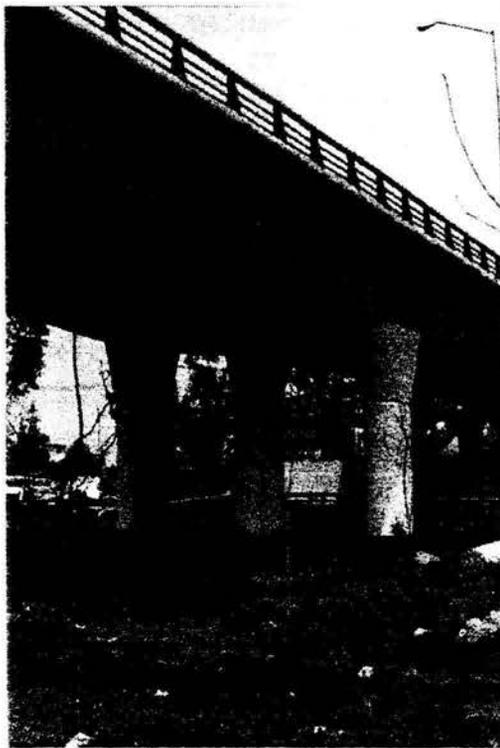
Considerando que el diseño geométrico del puente es recto con una longitud de 506 metros y una sección transversal de 12 metros, su estructura se resuelve de la siguiente forma:

Para el sentido longitudinal se tienen 2 rampas formadas cada una por un muro estribo y un terraplén contenido por dos muros de contención, entre éstas se localizan ocho apoyos intermedios basándose en columnas de sección oblonga formando nueve claros, de estos cuatro forman grandes marcos de apoyo con doble voladizo, que se ligan entre sí por medio de traveses centrales de apoyo simple, las dos ubicadas en los extremos, se ligan con los estribos cerrando la estructura.

En el sentido transversal se localizan tres apoyos por cada eje intermedio formando dos claros, mismos que son unidos por medio de un cabezal embebido y colado en sitio al mismo nivel de las trabes, sobre éstas se coloca un firme estructural a lo largo del puente funcionando como un diafragma horizontal, que complementa su capacidad de flexión.

Estructuración:

Figura 2.2.2 Foto del puente Periférico Arco Oriente Canal de Chalco, en la Ciudad de México



Fuente: Elaboración propia

- El puente consta de 2 rampas, una de ascenso y otra de descenso.
- Las rampas están formadas por un muro estribo y un terraplén.
- Entre las rampas existen 8 apoyos intermedios, quedando 9 claros
- Cada apoyo tiene una zapata apoyada sobre pilotes.
- En cada zapata van 3 columnas.
- Sobre cada columna se apoya una trabe, llamada TA.
- Y sobre cada volado de las trabes TA se apoya una trabe TC, cerrando así los claros entre apoyos.
- En el sentido transversal del apoyo, existen 2 claros los cuales son unidos por un cabezal, al nivel de las trabes TA.
- En el sentido longitudinal del puente, de los 9 claros que existen, 4 son salvados con marcos y 5 son solucionados con trabes.

- Los marcos se forman al hacer continua la conexión de las traveses TA con las TC.
- En los claros que se solucionan con traveses, la conexión entre TA y TC se deja tal cual, o sea como un apoyo simple (fijo o móvil).
- Sobre las traveses va un firme estructural.

Dimensiones:

Las rampas tienen una longitud aproximada de 60m cada una.

Los claros entre apoyos, todos son iguales y miden 45 m, excepto los claros pegados a los estribos, los cuales miden 35 m.

El muro estribo tiene un ancho de 20 cm con pilas de 80 x 140 cm en cada apoyo de travesa.

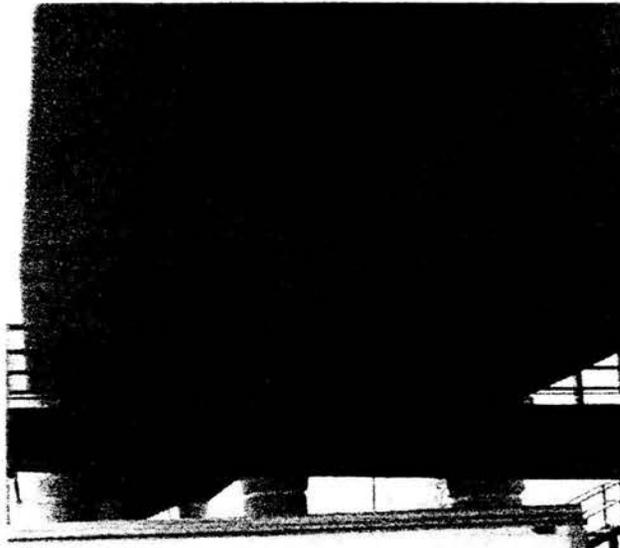
Las columnas son de sección oblonga de 200 x 90 cm.

La travesa TA es un elemento en doble voladizo, de 20 m de longitud. Su sección es un cajón con patines, tiene un peralte variable de 200 cm a 140 cm y un ancho de 398 cm.

La travesa TC es un elemento simplemente apoyado, de 25 m de longitud. Su sección es en cajón con patines, tiene un peralte de 140 cm y un ancho de 398 cm.

El firme estructural tiene un espesor de 8 cm.

Figura 2.2.3 Foto de bajo del Puente Periférico Arco Oriente Canal de Chaico.



Fuente de elaboración: Propia

Materiales:

Pilotes, son de concreto reforzado de $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$
Zapatas, son de concreto reforzado de $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$
Columnas, son de concreto postensado de $f'c= 300 \text{ kg/cm}^2$
Cabezales, son de concreto reforzado de $f'c= 300 \text{ kg/cm}^2$
Trabes TA, son de concreto pretensado de $f'c= 400 \text{ kg/cm}^2$
Trabes TC, son de concreto pretensado de $f'c= 400 \text{ kg/cm}^2$
Firme Estructural, es de concreto reforzado de $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$
Acero de refuerzo, $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$
Acero de preesfuerzo, $f_{pu}= 19000 \text{ kg/cm}^2$

Servicio

Los vehículos que utilicen el puente vehicular viajarán a una velocidad de operación de 60 km/h con un flujo continuo en toda la estructura, en el período de mayor demanda el distribuidor podrá manejar un volumen de 9,200 vehículos/hora/sentido. Anteriormente la velocidad promedio era de 30 km/h de automóviles privados y 18 km/h para transporte público.

Marco Geotécnico General

Conforme a la información recopilada es sitio se ubica en lo que antiguamente constituyó el lago de Xochimilco, caracterizado por un gran espesor de depósitos lacustres de consistencia blanda a muy blanda, generalmente de muy alta compresibilidad, interestratificados con lentes y horizontes arenosos duros o limo-arcillosos endurecidos por secado. Este paquete de materiales descansa sobre depósitos aluviales muy duros y prácticamente incompresibles ubicados a profundidades cercanas a 90 m.

Por otra parte a lo largo del Canal de Chalco se encuentran una batería de pozos de bombeo profundo operados por la Dirección General de Operación y Construcción Hidráulica (DGCOH), que propician el abatimiento de los niveles piezométricos profundos y repercuten en una velocidad de hundimiento regional del orden de 20 cm/año, sin embargo esta información puede variar en rangos amplios ya que no se cuenta con registros oficiales.

De acuerdo con la Zonificación Geotécnica del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF) y los resultados del estudio, el sitio se ubica en Zona de lago Zona III.

El relieve que considera la zona en la cual se construyó el puente vehicular, era prácticamente plano con pendientes mínimas muy suaves y una altura de 2300 m.s.n.m.

Aspectos Sísmicos

De acuerdo al RCDF le corresponde a la zona un coeficiente sísmico de 0.40 para Construcciones clasificadas como del grupo B, sin embargo para el caso del puente, los valores de las ordenadas espectrales deberán multiplicarse por 1.5 por ser estructuras del grupo A, aunque este valor puede disminuir en función del período estructural de las edificaciones. Las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo (NTCS) del RCDF, indican que el período natural del sitio se ubica alrededor de 3 s. adicionalmente y con la misma referencia se espera que la aceleración máxima del terreno sea igual a 0.10 g.

Estratigrafía Y Propiedades

El subsuelo a lo largo del puente proyectado presenta una estratigrafía un tanto errática, como resultado de su cercanía con los cerros, y se caracteriza por un gran espesor de depósitos lacustres, interestratificados con horizontes duros, cuya profundidad, espesor y consistencia varían entre los sondeos.

Conforme al objetivo del estudio, el subsuelo se dividió en unidades estratigráficas de características similares.

Tabla 2.2.1 Estratigrafía y Propiedades del suelo.

1. Costra Superficial	<ul style="list-style-type: none"> • Lacustre y tobas (arenas limosas cimentadas). • SS-2 • Peso Volumétrico natural 1446 kg/m³ • Espesor 6 m. • Resistencia a la compresión 22.5 t/m² • Contenidos de humedad entre 40 y 90%
2. Arcilla blanda gris Verdosa	<ul style="list-style-type: none"> • Arcilla alta plasticidad gris verdosa • SS-1 y SS-2 conforme descendía • Peso Volumétrico natural 1152 kg/m³ • Profundidad entre los 6 y 18 m. • Resistencia a la compresión hasta 4.5 t/m² • Contenidos de humedad entre 100 y 350 % • Esta capa rigió el diseño de la cimentación por su baja resistencia y alta deformabilidad.
3. Arcilla arenosa rojiza	<ul style="list-style-type: none"> • Depósitos de arcilla arenosa, arcilla limosa, arena y arena arcillosa color café rojizo a gris oscuro • SS-1 • Peso Volumétrico natural 1393 kg/m³ • Profundidad entre los 18 y 27 m • Resistencia a la compresión hasta 7.4 t/m² • Contenidos de humedad de 100%
4. Arcilla gris verdosa blanda	<ul style="list-style-type: none"> • Profundidad entre los 27 y 32 m • Arcilla de alta plasticidad gris verdoso blanda • Contenido de humedad varia de 250 a 350%

	<ul style="list-style-type: none"> • SS-2 • Peso Volumétrico natural 1181 kg/m³ • Resistencia a la compresión simple 8.2 t/m²
5. Arcilla limosa	<ul style="list-style-type: none"> • Desde los 32 m de Prof. • Arcilla limosa de alta plasticidad con horizontes poco arenosos blanda a media • Contenido de humedad varia de 150 a 230 % • SS-1 • Peso Volumétrico natural de 1403 kg/m³ • Resistencia a la compresión simple 9.2 t/m²

Fuente de elaboración: Propia

Con base en el análisis e interpretación geotécnica de los resultados se desprenden las siguientes conclusiones:

De acuerdo con la Zonificación Geotécnica del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF) y los resultados del estudio, el sitio se ubica en Zona de Lago, Zona III.

El subsuelo en la zona se caracteriza por un gran espesor de depósitos lacustres de consistencia blanda a muy blanda y de muy alta compresibilidad, interestratificados con lentes y horizontes duros. Este paquete de materiales descansa sobre depósitos aluviales muy duros y prácticamente incompresibles ubicados a profundidades cercanas a 90 m. El subsuelo a lo largo del proyecto se presenta una estratigrafía un tanto errática.

A lo largo del Canal de Chalco se encuentra una batería de pozos en operación y que propician abatimiento en los niveles piezométricos, repercutiendo en una velocidad de hundimiento regional del orden de 20 cm/año.

Conforme a las disposiciones del RCDF y al tipo de estructura le corresponde un coeficiente sísmico de 0.60, aunque este valor puede disminuir en función del período estructural de las edificaciones.

Tomando en cuenta la condicionante que impone el hundimiento regional al proyecto y la baja consistencia de los depósitos hasta una profundidad cercana a 18 m se recomienda como solución de cimentación, el uso de pilotes de fricción que transmitan los mayores esfuerzos a las capas menos compresibles ubicadas a partir de los 18 m. Para pilotes de sección cuadrada de 50 cm por lado, desplantados a 17 m de profundidad, se obtiene una capacidad de carga última de 87 t/pilote.

2.3 JUSTIFICACIÓN.

La vialidad Anillo Periférico Arco Oriente, es uno de los corredores principales que sirve a una población aproximada de más de 4 millones de habitantes de la región Sur-Oriente del D.F. y Valle de Chalco-Texcoco-Iztapalapa. Esta vialidad presentaba problemas de congestionamiento, principalmente en las horas de máxima demanda. La

operación de entonces mostraba los conflictos que resultaban de circular durante estas horas, así como de realizar movimientos Direccionales, vueltas izquierdas o en "U". El mayor origen de los volúmenes proviene de la zona sur, utilizando el anillo Periférico Arco Oriente.

Sobre el tramo e intersección de estudio, había que esperar los tiempos de luz verde considerados dentro de la fase de semáforo para movimientos direccionales. Esto se traduce en una cantidad considerable de tiempos de demora por asentamientos e interferencias en el tránsito vehicular.

Las causas principales se atribuían a: falta de sección, radio de giro y tiempo de fase requerido en función del volumen vehicular que desarrolla estos movimientos direccionales, pero principalmente, por altos volúmenes que utilizan las vialidades de penetración y que repercute en la intersección de análisis.

Los estudios de ingeniería de tránsito aplicados en el marco de análisis mostraron: que en ese entonces se tenía en los carriles del anillo Periférico Arco Oriente, en número de 25,681 vehículos/día/ de sur a norte procedente de la zona Sur Xochimilco-Villa Coapa. Así teníamos volúmenes vehiculares del orden de 6,000 a 4,000, durante las horas pico. La composición vehicular en ambos sentidos era del 93% de automóviles, 4% de vehículos transporte público y 3% de vehículos de carga.

Considerando los volúmenes asignados y pronósticos, se propuso una sección para circulación del puente de 3 Carriles (12 m) de acceso, manteniendo los actuales del anillo Periférico Oriente.

Es importante destacar la concepción original para solucionar esta intersección, es a base de dos puentes gemelos de diseño recto y ubicados en los arroyos centrales a futuro del Anillo Periférico (cabe hacer mención que el área reservada para el mismo contempla una sección de 98.00 metros albergando dos arroyos – lateral y central – de tres carriles por sentido y una sección de 20.00 metros al centro para el paso de una línea periférica de metro).

La intersección o entronque analizado a que se refiere la justificación, está considerada en el PROGRAMA INTEGRAL DE TRANSPORTE Y VIALIDAD, con una prioridad de acción a corto plazo.

Algo que tenemos que considerar es que a través de la vialidad principal que nos ocupa Av. Anillo Periférico, se ha implantado recientemente el paso puntual elevado (puente) Anillo Periférico-Miramontes-División del Norte, así como también el de Anillo Periférico-Tepepan, por lo que se pretende continuar con este tipo de vialidad y no entorpecer las obras ya construidas.

Considerando los recursos económicos que se tenían en el momento para la ejecución de la obra, se optó por construir en una primera etapa el Cuerpo Oriente (sentido Sur – Norte) ubicándolo sobre el arroyo lateral, a efecto de resolver los problemas viales existentes por la incorporación del gran flujo vehicular con sentido Oriente – Poniente proveniente de la Av. Canal de Chalco (que se origina en el lado Oriente desde el Municipio de Chalco y diversas colonias a la Delegación Tláhuac), sin embargo durante

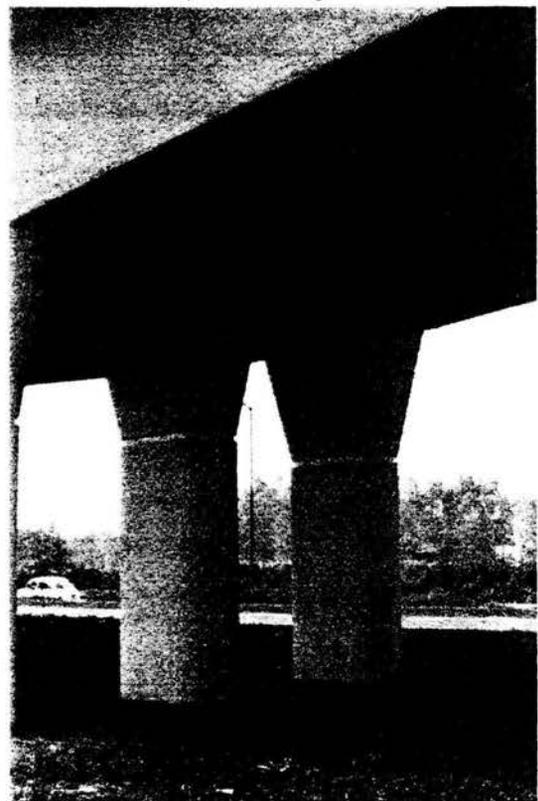
el desarrollo del anteproyecto se observó la necesidad de adecuarlo a las condiciones existentes en la zona donde la geometría vial de la intersección, la presencia de diversas instalaciones inafectables como el drenaje semiprofundo, colectores de aguas negras, diversas tuberías de agua potable y tratada, una de PEMEX en desuso, una línea aérea de alta tensión y el derecho de vía del propio Canal de Chalco incluyendo su casa de bombas, limitaban emplear un sistema dando origen a una estructuración.

Sobre la base de los resultados de los análisis elaborados, se dedujo que se requería la construcción del Puente Vehicular Anillo Periférico – Canal de Chalco.

Ventajas

Esta estructuración ofrece la ventaja de presentar la mitad de ejes de apoyo que otros puentes, en los que la trabe TA se apoyan sobre dos ejes de columnas, lo que reduce sustancialmente la cimentación y por tal el área de afectación a las instalaciones existente, además de que el sistema constructivo es más rápido dado que la estructuración del puente está hecha basándose en elementos prefabricados. Los marcos de carga se forman montando una trabe de apoyo TA sobre cada columna, las cuales se integran mediante un postensado basándose en cables formando una estructura en forma de "T" entre dos de éstas estructuras se monta una trabe TC que las liga formando ahora un marco con doble voladizo. Considerando que este gran marco está formado por elementos prefabricados, es necesario ligarlos con un postensado entre la unión de las traves TA y TC para garantizar su continuidad para no presentar pérdidas en el preesfuerzo, para lo cual es obligatorio que se apliquen anclajes de apoyo directo por medio de los accesorios cuerda y tuerca que garantizan un mejor tensado, evitando emplear anclajes basándose en cuñas, ya que este sistema presenta pérdidas considerables por el acuñaamiento instantáneo y a largo plazo, que en particular para este caso es muy significativo, en virtud de que la longitud de los cables es corta.

Figura 2.3.1 Fotografía del Puente (traves y columnas)



Cabe hacer notar que la factibilidad de implantación de este tipo de estructuración, obedeció a las condiciones especiales que se presentaron en el lugar de esta obra, tales como la necesidad de implementar un puente recto sin gasas de incorporación o desincorporación, la existencia de diversas instalaciones ubicadas en el lugar del sembrado del puente que se debieron respetar íntegramente, y particularmente el ajustado periodo de ejecución de la obra, permitiéndose reducir notablemente las cantidades de obra y en consecuencia su periodo de ejecución, en virtud de que se redujeron el número de columnas y zapatas de la cimentación con respecto al anteproyecto original, además de que el crecimiento de los claros entre apoyos permitió librar las instalaciones existentes.

La necesidad de ofrecer alternativas de vialidad, encaminadas a descongestionar la Av. Canal de Chalco y el Periférico Oriente, llevaron a buscar alternativas que permitieran la continuidad vehicular para satisfacer el requerimiento de los vecinos y usuarios de la zona Oriente de la Ciudad de México, determinando resolver el conflicto vial que se presentaba en la intersección del anillo periférico oriente y la Av. Canal de Chalco, dentro de las delegaciones de Iztapalapa y Xochimilco.

Estos conflictos se presentaban en las horas de máxima demanda, afectando en forma considerable el anillo periférico, debido al crecimiento de las unidades habitacionales que demandan infraestructura vial. Hace algunos años se construyó la vialidad de Canal de Chalco con una longitud de 5.5 Km, dando una alternativa de comunicación a la avenida Tlahuac. La afluencia vehicular llega al nivel de saturación por lo que se provocaban congestionamientos viales, mayor consumo de combustibles, perdidas horas-hombre, entre otros.

La conclusión fue la de realizar la construcción del puente vehicular elevado simple con longitud de 553.00 m, sección transversal, 12.00 m, pendiente longitudinal de 6%, velocidad de proyecto de 60 km/h mismo que a futuro será el que permita la circulación de los carriles centrales del anillo periférico en el sentido Norte Sur.

Beneficios

Para este proyecto se identificaron 4 tipos de beneficios, el primero se basa en el ahorro en costos de operación vehicular, el segundo por ahorro en tiempo del usuario de la vialidad, el tercero por reducción de accidentes y el cuarto por disminución del congestionamiento.

Con la construcción del puente se obtuvo:

- Una mejor comunicación entre los diferentes centros urbanos de la zona
- Reordenar los flujos vehiculares de la zona
- Ofrecer una alternativa adicional de comunicación vial
- Permitir la comunicación más eficiente del transporte público
- Reducir los tiempos y longitudes de recorrido
- Ofrecer continuidad y fluidez vehicular

- Disminuir los accidentes
- Mejorar el paisaje urbano
- Abatir los índices de contaminación por el uso de hidrocarburos, etc.

La población beneficiada es de 520,000 habitantes por día en las siguientes colonias José López Portillo, Valle de San Lorenzo, Triángulo de las Agujas, Carmen Serdan y U.H. Sedena.

Medio Físico. Aire.

La posible afectación al factor aire se relaciona con las emisiones provenientes de la maquinaria, equipo y vehículos, tales como grúas, retroexcavadoras, motoconformadoras, etc. que generan una gran cantidad de contaminantes y ruido (de 75 a 105 db), afectando temporalmente la calidad del aire y el nivel sonoro existente en el lugar.

En este rubro se contemplan.

REDUCCIÓN EN LA EMISIÓN DE CONTAMINANTES

Datos operativos

Velocidad de Operación Promedio Actual	=27 km/h
Velocidad de Operación con el Puente	=60 km/h

Distancia Promedio de Recorrido en el Puente por vehículo = 0.533 Km.

Emisión toneladas día por cantidad de vehículos (zona del puente)	
Total	= 1.851 t/día sin el puente
Total	= 0.526 t/día con el puente

DISMINUCIÓN EN EMISIÓN DE TONELADAS POR AÑO = 483.71 T/AÑO

REDUCCIÓN DE TIEMPO EN H/H; POR DEMORAS DE CONGESTIONAMIENTO Y TIEMPO DE LUZ VERDE.
--

Tabla 2.3.1 Datos operativos

Vehículo Tipo	Usuarios	% De Participación	Factor de Ocupación	H/H Sin puente	H/H Con puente	Diferencia de Tiempo
automóviles	104,636	74	1.4	5,127.16	1,360.27	3,766.89
Microbuses	49,086	15	18	2405.21	638.12	1,767.09
Autobuses	21,800	3	40	1,068.2	283.40	784.8
Carga	22,624	8	2.8	1108.58	294.11	814.47
TOTALES	198,146			9,709.15	2575.9	7,133.25

Fuente: SETRAVI

REDUCCIÓN DE HORAS HOMBRE POR DÍA = 7,133.25

Los aspectos negativos más significativos en la etapa de preparación y construcción son: Afectación de zona verde (área libre), generación de ruidos, residuos sólidos de obra y molestias de circulación vehicular y peatonal entre otros.

Los impactos benéficos identificados son: disminución en el congestionamiento vehicular, disminución de la emisión de contaminantes atmosféricos por vehículo, generación de empleos, revitalización de la imagen urbana, reducción considerable en tiempos de traslado y de transporte, mejoramiento de la calidad del aire, reducción de ruido, limpieza y mínima molestia a los vecinos, seguridad para el cruce peatonal al anillo Periférico.

Las medidas de mitigación van enfocadas a la protección de las áreas verdes, saneándolas, restituyéndolas y rehabilitándolas.

2.4 ESTUDIOS PREVIOS.

Con la finalidad de conocer el nivel operativo de las vialidades responsables de la movilización vehicular y peatonal a través de la zona de influencia, se llevaron a cabo una serie de investigaciones en sitio fundamentales, llevándonos a la vez a elegir la solución que coadyuve a mejorar no solo la estructura vial, sino los índices de circulación vehicular, así como los aspectos de servicio de transporte y sobre todo agilizar y brindar seguridad al conductor como al peatón.

La información obtenida en campo, servirá como base de datos para el conocimiento de la situación actual y para elaborar las alternativas de proyecto. Esta procederá de los siguientes estudios de campo.

1. Aforo Vehicular
2. Aforo Direccionales
3. Aforo Peatonales
4. Movilidad
5. Inventario de Señalización
6. Accidentes de tránsito.

Cada uno de los estudios fue aplicado con sus características propias de funcionalidad, utilizando para ello los recursos materiales y humanos necesarios que nos llevaron a la obtención de datos veraces y confiables, de los cuales se partirá para determinar un análisis de operación acertado.

Conforme a los lineamientos de concurso, los trabajos de exploración del suelo consistieron en la ejecución de tres sondeos exploratorios, dos de muestreo selectivo, una estación piezométrica y pruebas índice y mecánicas sobre las muestras obtenidas. En términos generales estos estudios presentaron parámetros de resistencia aceptables y deformabilidad media.

Una de las fases más importantes y de mayor trascendencia dentro de los estudios de análisis, pero al mismo tiempo más difícil de precisar, es la de cómo operará la zona incluyendo las características de sus componentes urbanos con los que podrá contar en el futuro. Pronóstico que será más incierto conforme se alejan los horizontes de proyecto de la fecha actual, el marco de planeación a futuro, deberá abrir posibilidades sobre lo que podría acontecer si continúa el proceso de crecimiento, pero también lo que podría suceder en el caso de adoptar acciones normativas.

Las tendencias de crecimiento vehicular que se tenían en la zona de análisis indican que podría pasar de 7,486 vehículos en la hora de máxima demanda en 1997 (ambos sentidos) a 16,268 circulando en el 2017, ocasionando problemas graves de saturación a la red vial de la zona, los incrementos consideran los factores de crecimiento urbano y vehicular en la zona de estudio.

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

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

Selectivamente:

- Límites de consistencia
- Densidad de sólidos

En las muestras inalteradas obtenidas se realizaron además de las pruebas anteriores los siguientes ensayos mecánicos.

- Peso Volumétrico natural
- Compresión simple cíclica
- Compresión triaxial no consolidada, no drenada
- Consolidación unidimensional

3.- SUBESTRUCTURA

3.1 ESTUDIOS ESPECÍFICOS.

3.1.1. INTRODUCCIÓN.

Los estudios de cimentación de un cruce son factores determinantes para decidir el tipo de puente que se va a construir debido a la influencia en:

1. El sistema de cimentación, que puede ser de superficie o de pilotes de control.
2. La longitud de los claros parciales del puente, ya que las pilas son más costosas por su cimentación, para lo cual conviene emplear claros más grandes.

La elección del tipo de superestructura por emplear se determina de acuerdo a los claros que tiene ésta, por lo cual conviene emplear diferentes tipos de superestructuras, tales como traveses de concreto reforzado, de concreto presforzado, de acero, armaduras, arcos de concreto, de acero, etc.

Además, las condiciones de cimentación pueden prestarse para usar superestructuras continuas o recomendar el uso de traveses o arcos isostáticos.

El sistema de cimentación se decide a partir de los estudios específicos de las exploraciones o sondeos del subsuelo.

3.1.2. TIPOS DE SONDEO.

Los tipos principales de sondeos que se usan en Mecánica de Suelos para fines de muestreo y conocimiento del subsuelo, en general, son los siguientes:

Métodos de exploración de carácter preliminar

- a) Pozos a cielo abierto, con muestreo alterado o inalterado
- b) Perforaciones con posteadora, barrenos helicoidales o métodos similares
- c) Métodos de lavado
- d) Método de penetración estándar
- e) Método de penetración cónica
- f) Perforaciones en boleos y gravas (con barretones, etc.)

Métodos de sondeo definitivo

- a) Pozos a cielo abierto con muestreo inalterado
- b) Métodos con tubo de pared delgada
- c) Métodos rotatorios para roca

Métodos geofísicos

- a) Sísmico
- b) De resistencia eléctrica
- c) Magnético y gravimétrico

A continuación se describirán brevemente los métodos que fueron empleados en el estudio de mecánica de suelos en esta estructura.

3.1.3. SONDEOS EXPLORATORIOS.**d) Método de penetración estándar**

Este procedimiento es entre todos los exploratorios preliminares, quizá el que rinde mejores resultados en la práctica y proporciona mayor utilidad de información en torno al subsuelo y no sólo en lo referente a descripción; probablemente es también el más ampliamente usado para esos fines en México.

En suelos puramente friccionantes la prueba permite conocer la compacidad de los mantos que es la característica fundamental respecto a su comportamiento mecánico. En suelos plásticos la prueba permite adquirir una idea tosca de la resistencia a la compresión simple. Además el método lleva implícito un muestreo que proporciona muestras alteradas representativas del suelo en estudio.

El equipo necesario para aplicar este procedimiento consta de un muestreador especial (muestreador o penetrómetro estándar) de dimensiones establecidas.

Es normal que el penetrómetro sea de media caña para facilitar la extracción de la muestra que haya penetrado en su interior. El penetrómetro se enrosca al extremo de la tubería de perforación y la prueba consiste en hacerlo penetrar a golpes dados por un martinete de 63.5 Kg. (140 libras) que cae desde 76 cm. (30 pulgadas) contando el número de golpes necesarios para lograr una penetración de 30 cm. (1 pie). El martinete, hueco y guiado por la misma tubería de perforación, es elevado por un cable que pasa por la polea del tripie y dejado caer desde la altura requerida contra un ensanchamiento de la misma tubería de perforación hecha al efecto, en cada avance de

60 cm. debe retirarse el penetrómetro removiendo al suelo de su interior, el cual constituye la muestra.

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

Para obtener estas correlaciones basta realizar la prueba estándar en estratos accesibles y a los que se les puedan determinar los valores de los conceptos señalados por los métodos usuales de laboratorio, haciendo suficiente número de comparaciones puede obtenerse correlaciones estadísticas dignas de confianza. En la práctica esto se ha logrado en los suelos friccionantes, para los que existen tablas y gráficas dignas de crédito y aplicables al trabajo práctico; en el caso de suelos arcillosos plásticos las correlaciones de la prueba estándar con que son mucho menos dignas de crédito.

En la tabla 3.1.3.1 aparece una correlación que ha sido muy usada para arenas y suelos predominantemente friccionantes.

En esta tabla se presentan resultados experimentales que demuestran que a un número de golpes en la prueba de penetración estándar corresponden diferentes compacidades relativas según sea la presión vertical actuante sobre la arena, la cual a su vez, es función de la profundidad a que se realiza la prueba.

Tabla 3.1.3.1 Para pruebas en arcillas, Terzaghi y Peck dan la correlación.

Consistencia	No. De golpes N	Resistencia a la
		compresión Simple $qu/Kg/cm^2$
Muy blanda	< 2	< 0.25
Blanda	2 - 4	0.25 - 0.50
Media	4 - 8	0.50 - 1.0
Firme	8 - 15	1.0 - 2.0
Muy firme	15 - 30	2.0 - 4.0
Dura	> 30	> 4.0

Fuente: Terzaghi y Peck

Sin embargo cabe mencionar que las correlaciones de la tabla A-1 sólo deben usarse como norma tosca de criterio, pues los resultados prácticos han demostrado que pueden existir serias dispersiones, por lo tanto, las resistencias obtenidas por este procedimiento no deben servir de base para los proyectos.

3.1.4 MÉTODO DE PENETRACIÓN CÓNICA.

Estos métodos consisten en hacer penetrar una punta cónica en el suelo y medir la resistencia que el suelo ofrece. Existen diversos tipos de conos dependiendo del procedimiento para hincar en el terreno. Los métodos más usuales son los que se dividen en estáticos y dinámicos. En los primeros la herramienta se hince a presión, la cual es medida en la superficie con un gato apropiado. En los métodos dinámicos el hincado se logra a golpes dados por un peso que cae.

En la prueba dinámica puede usarse un penetrómetro del tipo C atornillado al extremo de la tubería de perforación, que se golpea en su parte superior de un modo análogo al descrito para la prueba de penetración estándar. Es normal usar para esta labor un peso de 63.50 Kg, con 76 cm de altura de caída, la misma energía para la penetración usada en la prueba estándar. También se cuentan los golpes para 30 cm. de penetración de la herramienta.

Desgraciadamente para este tipo de prueba no existen las correlaciones mencionadas en el caso de la prueba estándar, por lo cual los resultados son de muy dudosa interpretación. Sin embargo, la prueba se ha usado frecuentemente por dos razones básicas: su economía y su rapidez, pues al no haber operaciones de muestreo, no existe la dilación de la prueba estándar para retirar la tubería de perforación y obtener la muestra cada vez que efectúen la prueba. Si la prueba se hace sin ademe se pierden las ventajas de economía sobre la prueba estándar, por lo menos parcialmente.

No deben tomarse resultados definitivos del suelo con este procedimiento ya que tiene limitaciones importantes. También tiene el inconveniente de que no existen correlaciones de resistencia en al prueba cónica estática con valores obtenidos por otros métodos de eficiencia más confiable; en arcillas, existe el inconveniente adicional de que la resistencia de estos materiales depende mucho de la velocidad de aplicación de las cargas, razón por la cual la prueba puede manifestar resultados no representativos de la realidad.

A modo de resumen podría decirse que las pruebas de penetración cónica, estática o dinámica, son útiles en zonas cuya estratigrafía sea ampliamente conocida a priori y cuando se desee simplemente obtener información de sus características en un lugar específico; pero son pruebas de muy alta problemática de interpretación en lugares no explorados previamente a fondo. La prueba de penetración estándar debe estimarse preferiblemente en todos los casos en que su realización sea posible.

3.1.5. MÉTODOS DE SONDEO DEFINITIVO.

b) Muestreo con tubos de pared delgada

De ningún modo y bajo ninguna circunstancia es posible obtener una muestra de suelo que pueda ser considerada rigurosamente como inalterada. En efecto, siempre será necesario extraer al suelo de un lugar con alguna herramienta que inevitablemente altera las condiciones de esfuerzo en su vecindad. Hasta hoy no se conoce un método que proporcione a la muestra en sus caras superior e inferior los mismos esfuerzos que tenía en "in situ". Además, la remoción de la muestra del muestreador al llegar al laboratorio produce inevitablemente otro cambio en los esfuerzos, pues la fase líquida deberá trabajar a tensión y la fase sólida a compresión en la medida necesaria para que se impida la expansión de la muestra originalmente confinada en el suelo y ahora libre.

Hincado el tubo a presión, a velocidad constante y para un cierto diámetro de tubo, el grado de alteración depende esencialmente de la llamada "relación de áreas".

$$AR (\%) = (De^2 - Di^2) / De^2$$

Donde De es el diámetro exterior del tubo y Di el interior. La expresión anterior equivale a la relación entre el área exterior del mismo. Dicha relación no debe ser mayor del 10 % en muestreadores de 5 centímetros (2 pulgadas) de diámetro, aunque en muestreadores de mayor diámetro pueden admitirse valores poco mayores, no existen motivos que impidan satisfacer el primer valor.

SUBESTRUCTURA

3.2 ZONIFICACIÓN.

El subsuelo a lo largo del puente proyectado presenta una estratigrafía errática debido a la cercanía con los cerros, y se caracteriza por un gran espesor de depósitos de origen lacustre ínter estratificados con horizontes duros, cuya profundidad, espesor y consistencia varían entre los sondeos.

Conforme al objetivo del estudio, el subsuelo se dividió en unidades estratigráficas de características similares. A continuación se presenta una descripción detallada de estas unidades, así como sus principales propiedades.

3.2.1. COSTRA SUPERFICIAL.

Esta unidad esta integrada por una secuencia de materiales de origen lacustre y tobas (arenas limosas cementadas), cubiertos por rellenos heterogéneos de 1.00 m. de espesor. Este paquete alcanza una profundidad del orden de 6.00 m. y esta constituido por limos y limo arenosos de color café oscuro y consistencia media a dura con un número de golpes N, en la prueba de penetración estándar en el rango de 4 a 20. Entre 2 y 3 m, en los sondeos SPT-1 y SC, se presenta una capa limosa cementada de color gris, de consistencia muy dura y que alcanza valores superiores a 50 golpes. Los contenidos de humedad se ubican entre 40 y 90 %.

De esta unidad se obtuvo una muestra inalterada en el SS-2 a la profundidad de 4 m, presentando las siguientes propiedades:

LI=87 %
LP=42 %
SUCS=MH
 $\gamma_m=1446 \text{ Kg/m}^3$
 $q_u=22.5 \text{ t/m}^2$
 $C_{uu}=6.2 \text{ t/m}^2$
 $\phi_{uu}=5.2^\circ$
 $M_e=0.00549 \text{ cm}^2/\text{kg}$
 $e<1.8$

De acuerdo con los parámetros determinados y espesor de la capa se le considera de resistencia al esfuerzo cortante aceptable y baja deformabilidad con un alto grado de preconsolidación.

3.2.2. ARCILLA BLANDA GRIS VERDOSA.

Entre 6 y 18 m., de profundidad se presenta un depósito de arcilla de alta plasticidad color gris verdoso, con contenidos variables de materia orgánica y de consistencia muy blanda, el número de golpes varía de cero a 4, alcanzando máximos de 8 en los horizontes limo arenosos y lentes de arena intercalados, la resistencia por punta del cono es inferior a 5 kg/cm^2 . Los contenidos de humedad toman valores mínimos de 100 y máximos de 350 %. Con la profundidad aumenta la resistencia a la penetración y disminuye el contenido de humedad.

De esta unidad se obtuvieron tres muestras inalteradas, dos en cada sondeo SS, en el SS-2 a las profundidades de 11.5 y 15.5 m., y en el sondeo SS-1 a las profundidades de 8.2 y 13.5 m., presentando las siguientes propiedades:

SS-2, 11.5 m.

LI=373 %
 LP=72 %
 SUCS=CH
 $\gamma_m=1,126 \text{ kg/m}^3$
 $q_u=5.5 \text{ t/m}^2$
 $C_{uu}=2.5 \text{ t/m}^2$
 $\phi=2.2^\circ$
 $M_e=0.02833 \text{ cm}^2/\text{kg}$
 $e>6$

SS-2 15.5 m.

LI=245 %
 LP=52 %
 SUCS=CH
 $\gamma_m=1,152 \text{ kg/m}^3$
 $q_u=4.5 \text{ t/m}^2$
 $C_{uu}=2.5 \text{ t/m}^2$
 $\phi=1.3^\circ$
 $M_e=0.02183 \text{ cm}^2/\text{kg}$
 $e>8$

SS-1 8.2 m.

LI=264 %
 LP=55 %
 SUCS=CH
 $\gamma_m=1,134 \text{ kg/m}^3$
 $q_u=3.5 \text{ t/m}^2$
 $C_{uu}=1.9 \text{ t/m}^2$
 $\phi=1.9^\circ$
 $M_e=0.055 \text{ cm}^2/\text{kg}$
 $e>6$

SS-1 13.5 m

e>3

De acuerdo con los parámetros determinados y espesor de la unidad, se considera que esta capa regirá el diseño de la cimentación ya que sus parámetros de resistencia y deformación indican una baja resistencia y alta deformabilidad elástica y plástica a partir de los 15 m presentando una ligera preconsolidación.

3.2.3. ARCILLA ARENOSA CAFÉ DE CONSISTENCIA MUY VARIABLE.

Entre 18 y 27 m de profundidad, se presenta una alternancia de depósitos de arcilla arenosa, arcilla limosa, arena y arena arcillosa, color café rojizo a gris oscuro; la consistencia del paquete varía entre sondeos desde blanda a muy dura, así mismo, la resistencia a la penetración estándar toma valores en el rango de 5 a 45 golpes, ubicándose los valores bajos en el SPT-1. Por su parte en el SC la resistencia a la penetración del cono eléctrico toma un valor medio de 6 kg/cm², con picos de 25. El contenido de humedad promedio en el SPT-1 es de 100 % y de 40 % para SPT-2.

De esta unidad se obtuvieron dos muestras inalteradas en el SS-1 a las profundidades de 20.5 y 25.5 m, con las siguientes propiedades:

SS-1, 20.5 m.

LI=257 %
 LP=64 %
 SUcs=CH
 $\gamma_m=1,223 \text{ kg/m}^3$
 $q_u=4.1 \text{ t/m}^2$
 $C_{uu}=2.1 \text{ t/m}^2$
 $\phi=3.4^\circ$
 $M_e=0.03567 \text{ cm}^2/\text{kg}$
 e>3.5

SS-1, 25.5 m

LI=107 %
 LP=45 %
 SUCS=MH
 $\gamma_m=1,393 \text{ kg/m}^3$
 $q_u=7.4 \text{ t/m}^2$
 $C_{uu}=1.6 \text{ t/m}^2$
 $\phi=15.3^\circ$
 $M_e=0.023877 \text{ cm}^2/\text{kg}$
 e>2.5

La variación detectadas en los materiales así como en las propiedades índice y mecánicas, pone de manifiesto la erraticidad estratigráfica de esta capa en el área.

3.2.4. ARCILLA GRIS VERDOSA BLANDA.

Entre 27 y 32 m de profundidad, se presenta un depósito de arcilla de alta plasticidad, color gris verdoso, con contenidos variables de materia orgánica y de consistencia blanda a muy blanda. En número de golpes es inferior a 4; por su parte la resistencia por punta de cono toma valores promedio de 7 kg/cm². El contenido de humedad varía de 250 a 350 %.

De esta unidad se obtuvo una muestra inalterada en el SS-2 a la profundidad de 30.5 m, presentando las siguientes propiedades:

SS-2, 30.5 m.

LI=206 %
LP=44 %
SUCS=CH
 $\gamma_m=1,181 \text{ kg/m}^3$
 $q_u=8.2 \text{ t/m}^2$
 $C_{uu}=1.7 \text{ t/m}^2$
 $\phi=5^\circ$
 $M_e=0.01267 \text{ cm}^2/\text{kg}$
 $e>5$

En términos generales esta unidad presenta parámetros de deformabilidad alta.

3.2.5. ARCILLA LIMOSA.

Se observa a partir de los 32 m y hasta la profundidad máxima explorada una capa de arcilla limosa de alta plasticidad con horizontes poco arenosos, y con algún contenido de materia orgánica. La consistencia varía de blanda a media. El número de golpes promedio se ubica en el rango de 10, la resistencia media por punta del cono es de 7 kg/cm². El contenido de humedad varía en el rango de 150 %, con valores máximos de 230 y mínimos de 80.

De esta unidad se obtuvo una muestra inalterada en el SS-1 a la profundidad de 33.5 m, presentando las siguientes propiedades:

SS-1, 33.5 m.

LI=164 %
LP=52%
SUCS=CH
 $\gamma_m=1,403 \text{ kg}_f/\text{m}^3$
 $q_u=9.2 \text{ m}^2$
 $C_{uu}=3.9 \text{ t}_f/\text{m}^2$
 $\phi=4^\circ$
 $M_e=0.01435 \text{ cm}^2/\text{kg}_f$
 $e>4$

En términos generales esta unidad presenta parámetros de resistencia aceptables y deformabilidad media.

Con base en el análisis e interpretación geotécnica de los resultados se desprenden las siguientes conclusiones:

- De acuerdo con la Zonificación Geotécnica del Reglamento de construcciones para el Distrito Federal (RCDF) y los resultados del estudio, el sitio se ubica en la Zona de Lago, Zona III.
- El subsuelo en la zona se caracteriza por un gran espesor de depósitos lacustres de consistencia blanda a muy blanda y de muy alta compresibilidad, ínter estratificados con lentes y horizontes duros. Este paquete de materiales descansa sobre depósitos aluviales muy duros y prácticamente incompresibles ubicados a profundidades cercanas a 90 m. El subsuelo a lo largo del proyecto presenta una estratigrafía un tanto errática.
- A lo largo del Canal de Chalco se encuentra una batería de pozos en operación que propician abatimiento en los niveles piezométricos, repercutiendo en una velocidad de hundimiento regional del orden de 20 años.
- Conforme a las disposiciones del RCDF y al tipo de estructura le corresponde un coeficiente sísmico de 0.60, aunque este valor puede disminuir en función del periodo estructural de las edificaciones.

- Tomando en cuenta la condicionante que impone el hundimiento regional al proyecto y la baja consistencia de los depósitos hasta una profundidad cercana a los 18 m., se recomienda como solución de cimentación, el uso de pilotes de fricción que transmitan los mayores esfuerzos a las capas menos compresibles ubicadas a partir de los 18 m. Para pilotes de sección cuadrada de 50 cm. por lado desplantados a 17 m. de profundidad se obtiene una capacidad de carga última de 87 ton/pilote.

Con base a la conclusión del estudio de mecánica de suelos para este proyecto se describe a continuación la estructuración de la subestructura:

La subestructura de este puente esta constituida por una cimentación profunda de pilotes de fricción de concreto reforzado con una sección rectangular, en la parte superior se liga mediante una losa de cimentación y contratrabes con el objeto de distribuir las cargas de la superestructura a los pilotes.

3.3 CARACTERÍSTICAS DE LA CIMENTACIÓN.

Las cargas acumuladas de una superestructura se soportan con subestructuras de cimentación en contacto directo con el suelo. La función de una cimentación es transmitir con seguridad las reacciones concentradas de las columnas, los muros y las cargas laterales de los muros de contención al suelo, sin provocar asentamientos laterales que resultan peligrosos para la estructura soportada y sin falla del suelo.

Si las cimentaciones de soporte no se proporcionan adecuadamente, una parte de la estructura puede asentarse más que otra parte adyacente y varios componentes de un sistema en estas condiciones pueden tener esfuerzos demasiado elevados en las uniones de trabes con columnas a causa de los asentamientos diferenciales de los apoyos, que conducen a deformaciones grandes.

En el caso de que los momentos flexionantes y torsionantes adicionales excedan la capacidad resistente de los miembros, pueden provocar agrietamientos excesivos debidos a la fluencia del refuerzo y producir la falla estructural.

Si la estructura completa padece asentamientos iguales, los esfuerzos adicionales son mínimos o nulos. Este comportamiento se observa cuando la cimentación es muy rígida y el suelo que la soporta cede en tal medida que la estructura se comporta de modo similar a un cuerpo flotante que se puede hundir o inclinar sin fallar.

La disposición de los apoyos estructurales varía ampliamente y las condiciones del suelo difieren de un lugar a otro y también dentro del mismo sitio.

Estos factores y las consideraciones del costo óptimo, gobernarán la selección del tipo de cimentación.

En resumen, antes de iniciar el estudio de las alternativas posibles para la disposición de los apoyos, el ingeniero estructurista debe de adquirir toda información que sea económicamente factible sobre las propiedades del suelo en el lugar.

3.3.1. TIPOS DE CIMENTACIÓN.

Existen seis tipos básicos de cimentación, que a continuación se describen:

Zapatas de muros. Estas zapatas consisten en una franja continua de losa a lo largo del muro y de un ancho mayor que el espesor del mismo. La proyección de la losa de cimentación se trata como voladizo cargado con la presión distribuida del suelo. La longitud de proyección se determina con la capacidad de resistencia del suelo; la sección crítica por flexión se encuentra en el paño del muro. El refuerzo principal se distribuye perpendicularmente en la dirección del muro.

Zapatas aisladas e independientes para columnas. Consiste de losas rectangulares o cuadradas que pueden tener un espesor constante o que se reduce en la punta del voladizo. Se refuerzan en las dos Direcciones y son económicas para cargas relativamente pequeñas o para cimentaciones sobre roca.

Zapatas combinadas. Estas zapatas soportan las descargas de dos o más columnas. Son necesarias cuando se debe colocar una columna en la colindancia de un edificio y la losa de zapata no se puede proyectar fuera de la colindancia. En este caso, una zapata independiente tendría carga excéntrica, dando lugar a una tensión aparente en el suelo de desplante.

Zapatas en voladizo o ligadas. Estas son similares a las zapatas combinadas, excepto que la zapata de la columna exterior y de la columna interior se construyen independientemente. Están unidas con una viga de liga para transmitir el efecto del momento flexionante, el cual se produce en la columna exterior debido a la excentricidad de la carga a la cimentación de la columna interior.

Cimentaciones en pilotes. Este tipo de cimentaciones son esenciales cuando el suelo de desplante consiste de estratos poco resistentes muy profundos. Los pilotes se pueden hincar hasta llegar a roca sólida o un estrato duro, o la profundidad necesaria dentro del suelo para que la pila desarrolle su capacidad permisible por medio de la resistencia de fricción o una combinación de ambos.

Cimentaciones flotantes o losas de cimentación. Estos sistemas de cimentación son necesarios cuando la capacidad de resistencia permisible del suelo es muy baja hasta profundidades grandes, lo cual hace que la cimentación con pilotes no sea económica. En este caso es necesario hacer una excavación lo suficientemente profunda para que la cantidad de suelo que se remueve sea casi equivalente a la carga de la superestructura. Puesto que es necesario extender la subestructura de la cimentación a toda el área del edificio, se considera que la superestructura flota teóricamente en una balsa.

La cimentación de la estructura en estudio, es del tipo que se describió en el punto número cinco, la cual se compone básicamente de una losa de cimentación con trabes de liga o contratrabes que tienen la función de transmitir las cargas y acciones que la superestructura manda a través de las columnas para ser distribuidas a los pilotes de fricción que son los que finalmente transmiten esta carga al suelo.

3.4 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE CIMENTACIÓN.

El objeto de una cimentación es proporcionar el medio para que las cargas de la estructura, concentradas en columnas, se transmitan al terreno produciendo en este un sistema de esfuerzos que puedan ser resistidos con seguridad sin producir asentamientos, ya sean éstos uniformes o diferenciales.

En toda estructura es necesario distinguir dos partes principales: **la superestructura y la subestructura.**

La superestructura en el caso de puentes, es aquella parte de la estructura que está formada por las traveses del tipo que sean, que en el caso de este puente se trata de traveses tipo cajón, la losa de compresión, la banqueta, el parapeto, el cabezal, los diafragmas y las columnas.

La subestructura es parte de la estructura que sirve para transmitir las cargas de ésta al suelo de la cimentación. En la figura 3.4.0.1 se distingue la superestructura de la subestructura. En forma general las cimentaciones pueden ser clasificadas en dos grupos: **cimentaciones directas y cimentaciones indirectas.**

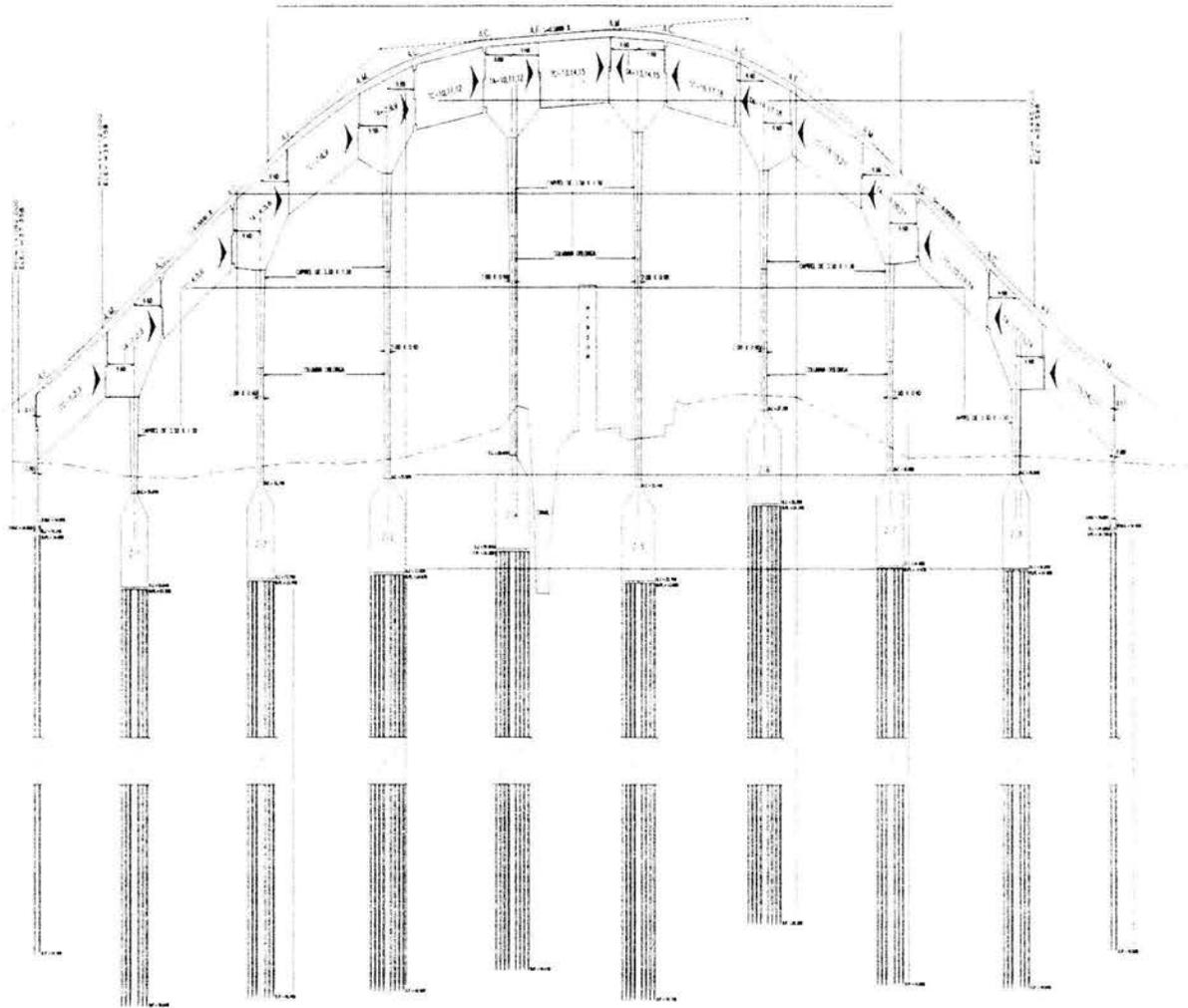
Una cimentación directa es aquella en la cual los elementos verticales de la superestructura se prolongan hasta el terreno de cimentación, descansando directamente sobre él, mediante el ensanchamiento de su sección transversal con el fin de reducir el esfuerzo unitario que se transmite al suelo. De este tipo son las zapatas aisladas, las zapatas conectadas, las zapatas ligadas, las cimentaciones por traveses y las losas de cimentación.

Una cimentación indirecta es aquella que se lleva a cabo por cimientos intermedios como lo son los pilotes, cilindros y cajones de cimentación, ya que el suelo resistente se encuentra relativamente a gran profundidad.

De acuerdo a la descripción anterior acerca de las cimentaciones, la de este puente que estamos estudiando se trata de una cimentación indirecta, ya que está conformada por pilotes de fricción en la parte inferior, unidos en la parte superior por una losa de cimentación y un sistema de traveses que son las encargadas de distribuir en forma equitativa la transmisión de cargas de las columnas a los sistemas de pilotes con que cuenta esta cimentación. En las figuras 3.4.0.2 y 3.4.0.3 se observa una vista en planta y corte transversal de una de las zapatas de este puente.

FIGURA 3.4.0.1 Superestructura

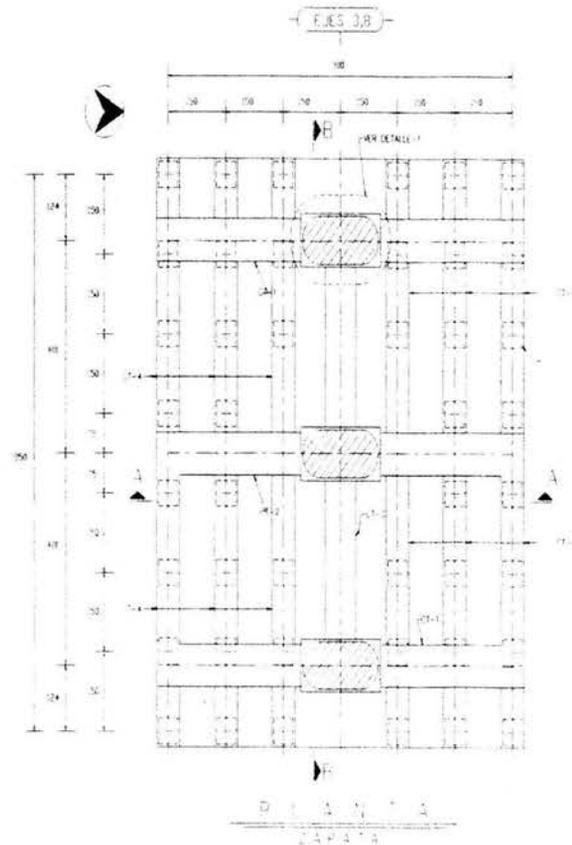
Superestructura, donde los elementos estructurales que la componen son a partir de las columnas, capitel, cabezal, traves, banqueta, parapeto, es decir, todo lo que comprenda del suelo hacia arriba.



Fuente: Dirección General de Obras.

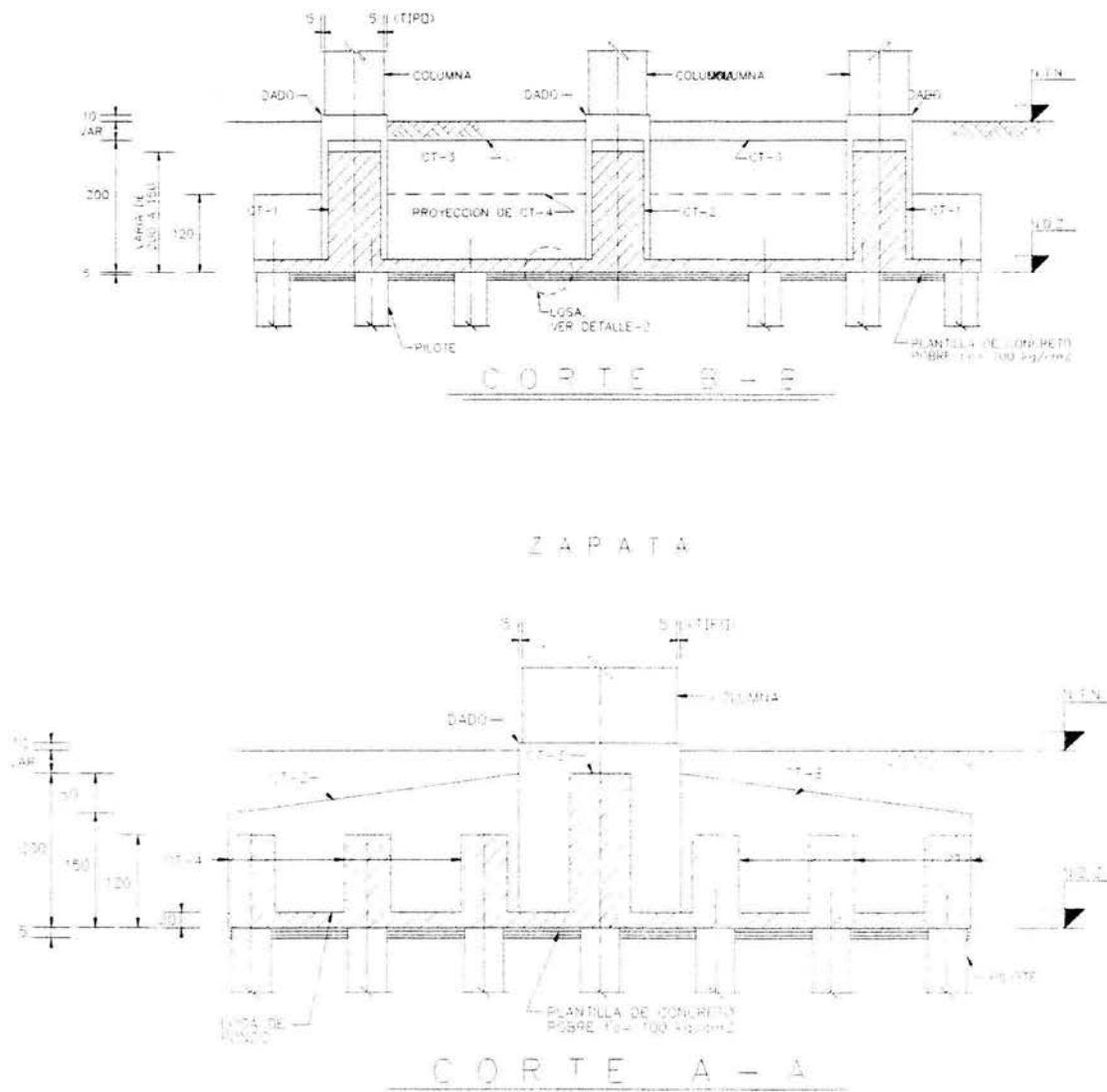
Se puede considerar que la subestructura se determina del suelo hacia abajo, es decir, del dado de las columnas hasta los pilotes.

FIGURA 3.4.0.2 planta de zapata, localización de pilotes, columnas y contrarabes.



Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

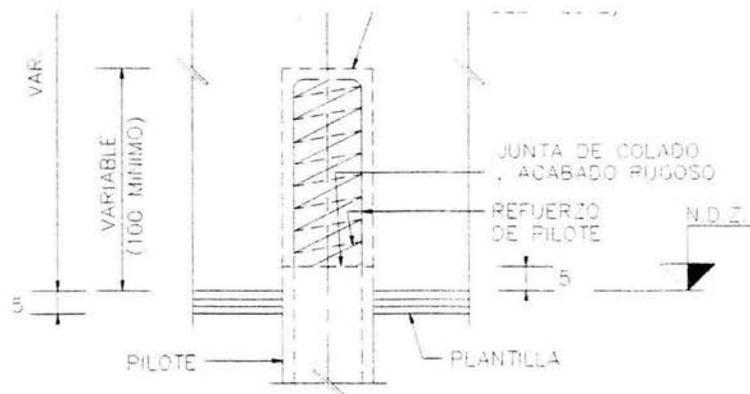
FIGURA 3.4.0.3 En esta figura se observa cómo está integrado el sistema de la cimentación con elementos estructurales que permiten al puente tener estabilidad, siendo los pilotes, losa de cimentación, contratraves, dados, y columnas fundamentales para esta estructura vial.



Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

FIGURA 3.4.0.4 Descabece de pilote

Detalle de cómo se liga el pilote con la contratrabe para que se logre la transmisión de esfuerzos de la superestructura al pilote.

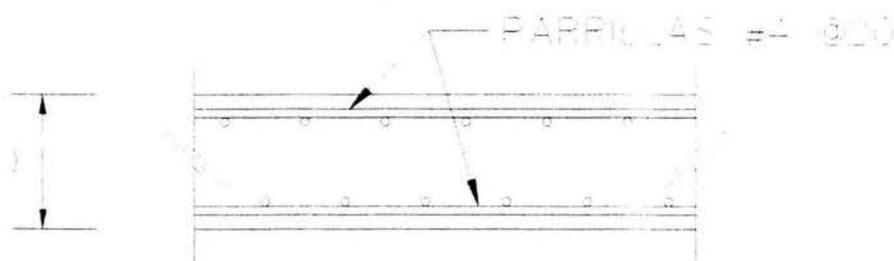


DESCABECE DE PILOTE DETALLE

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Figura 3.4.0.5 Refuerzo de losa

Detalle de refuerzo de losa para unir todos los elementos que integran la cimentación de esta estructura.



É T A L L E - 2

REFUERZO DE LOSA

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

3.4.1. LOSA DE CIMENTACIÓN.

Esta losa es una plataforma que se encarga de ligar a todos los elementos que se encuentran en la parte superior como son las traveses de liga y en la parte inferior que son los pilotes, con el fin de rigidizar a todos estos elementos, tal y como se observa en las figuras 3.4.0.2 y 3.4.0.3 La sección transversal de éste elemento tiene un peralte de 20 centímetros y su resistencia del concreto utilizado fue de 250 kg/cm^2 y está reforzado con varillas de acero corrugado de $\frac{1}{2}$ " de \varnothing (# 4) distribuido con una separación en los dos sentidos de 20 cm. con dos parrillas, una inferior y otra superior tal y como se puede apreciar en la figura 3.4.4.

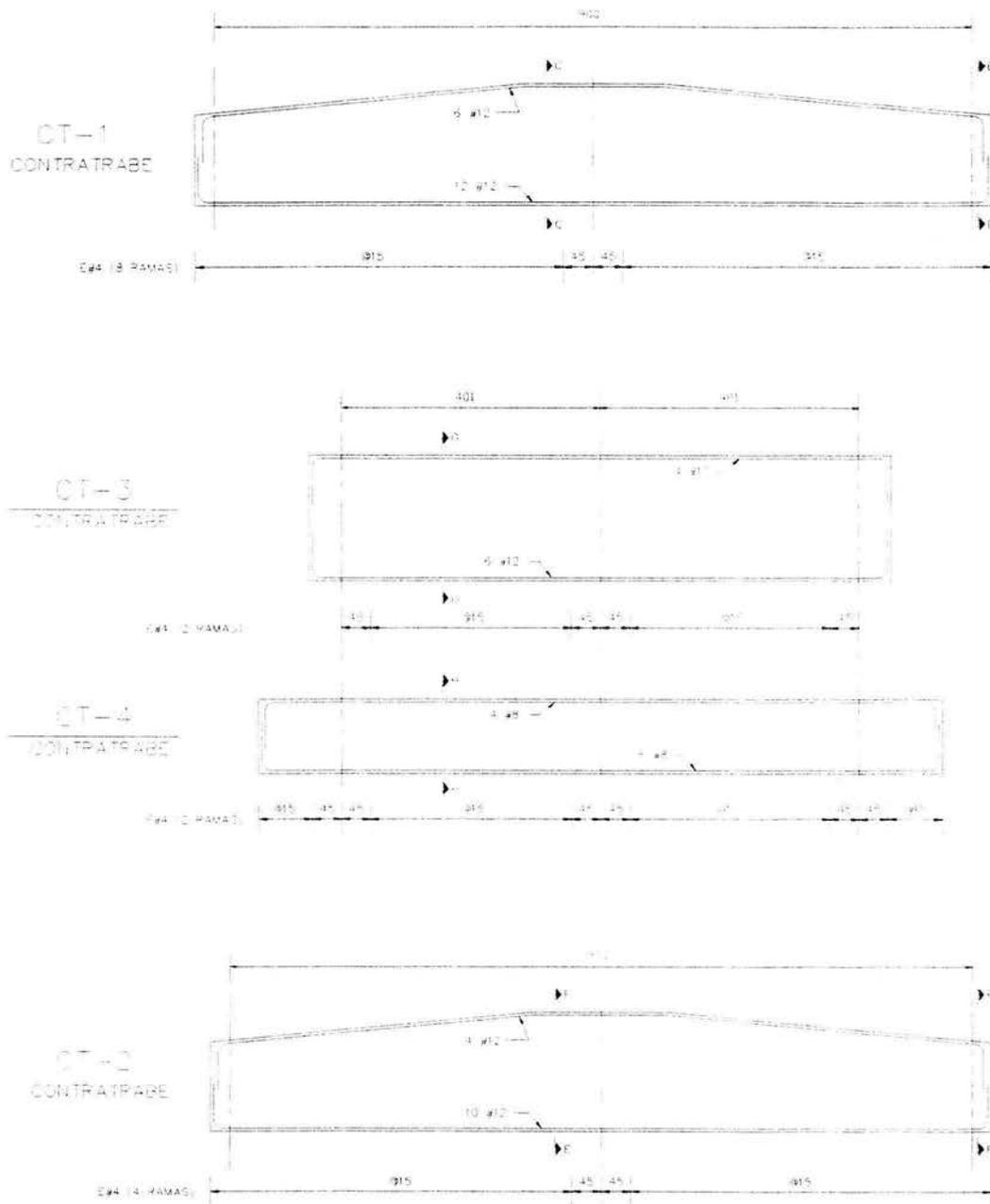
3.4.2 TRABES DE LIGA.

El funcionamiento de estos elementos tiene por objeto unir los dados de las columnas, las secciones de estos elementos pueden ser de sección "T" o rectangular como es el caso que estamos estudiando y que se aprecia en las figuras 3.4.2.1, 3.4.2.2 y 3.4.2.3

En este sistema de cimentación la carga de cada columna se considera repartida por igual en todas las vigas concurrentes al dado de la columna, y como carga de cada viga se toma aquella formada por la suma de las cargas transmitidas por las columnas que sustentan. En el caso de esta cimentación existen vigas auxiliares que son las CT-4, CT-5 y CT-6 que ayudan a las vigas principales CT-1, CT-2 y CT-3 a transmitir las cargas de las columnas a los pilotes. Estos elementos están sometidos a fuerzas de flexión, torsión y cortante. El refuerzo que se coloca longitudinalmente es para soportar la flexión y torsión, así mismo se colocan estribos de acero para resistir el esfuerzo cortante. El concreto usado en estos elementos fue de una resistencia de $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$.

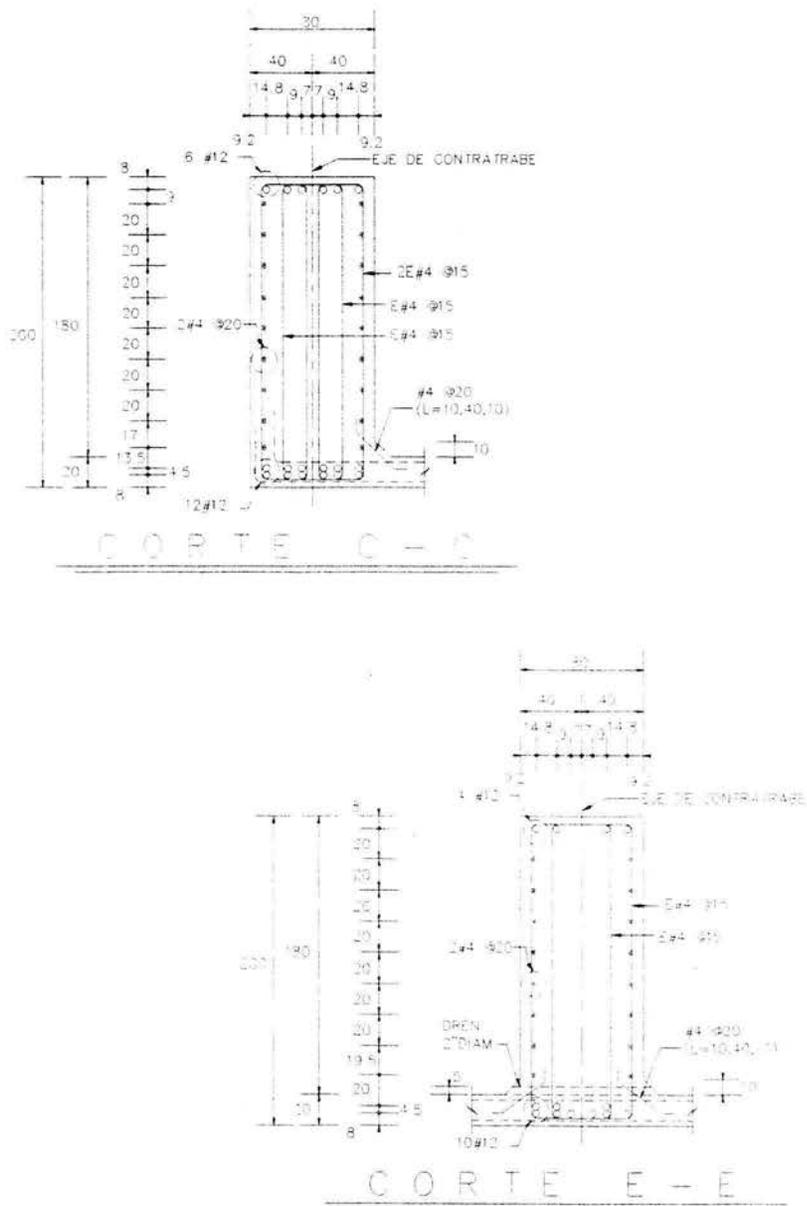
Las tres principales traveses de liga (contratraveses) CT-1, CT-2 y CT-3 están colocadas en el sentido longitudinal del puente, éstas tienen una longitud de 9.00 metros con una sección transversal al centro de la misma de 2.0 X 0.80 metros y termina en los extremos con un peralte de 1.50 metros, tal y como se muestra en las figuras 3.4.2.1, 3.4.2.2 y 3.4.2.3. El armado que tienen estas traveses de liga está formado con 12 varillas de # 8 en el lecho inferior de la trabe y con 8 varillas del # 12 en la parte superior, así mismo cuentan con estribos del # 4 con una separación de 12 centímetros, las contratraveses CT-4 y CT-5 tienen una sección transversal menor que las principales, la cual es de 1.20X0.60 metros, armadas con 6 varillas del # 8 en la parte inferior y 4 varillas del # 8 en la parte superior, análogamente cuenta con estribos del # 4 a cada 20 centímetros, la resistencia del concreto en estos elementos es de 250 kg/cm^2 .

Figura 3.4.2.1 Geometría y armado de contratraveses.



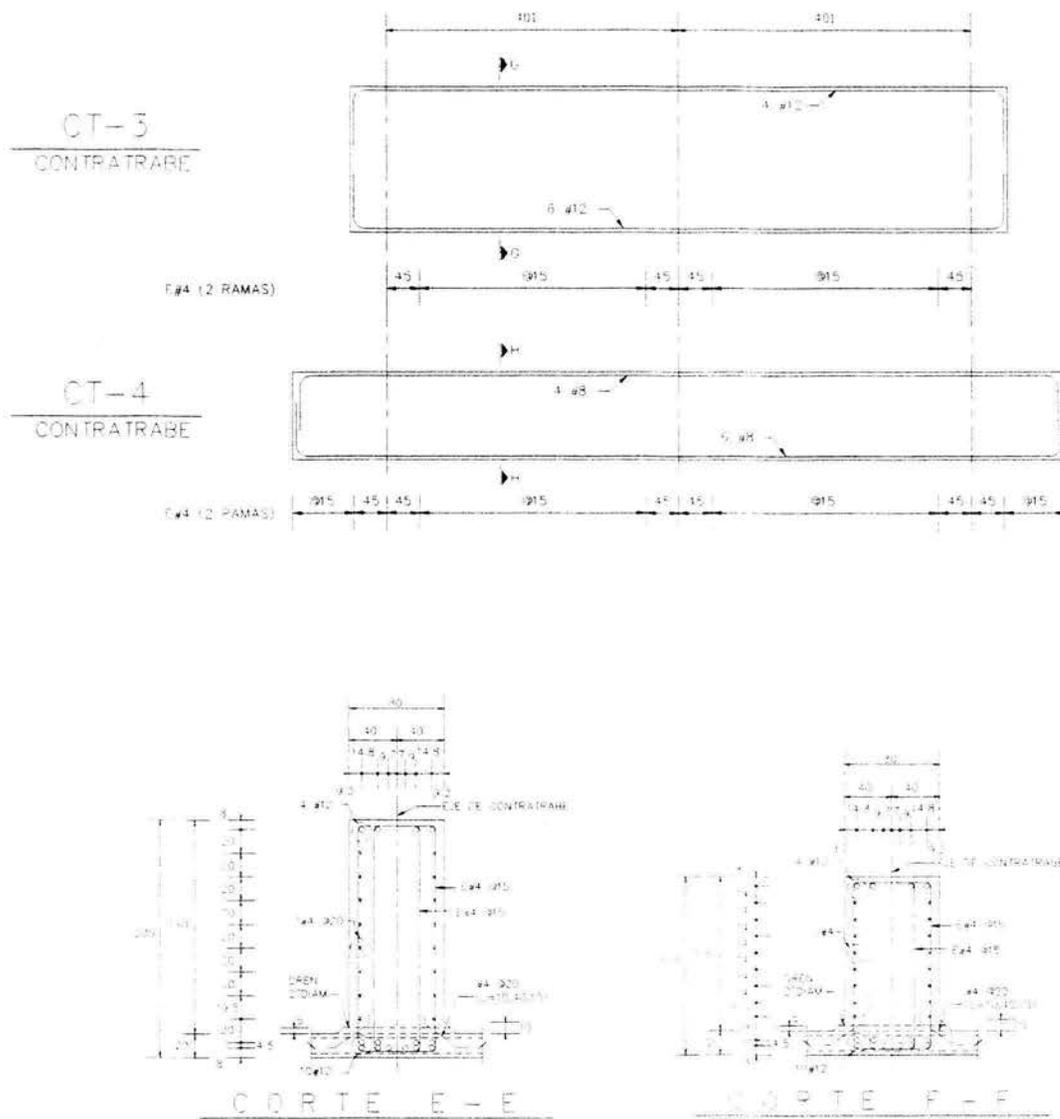
Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Figura 3.4.2.2 Geometría y armado de refuerzo de contratraves



Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Figura 3.4.2.3 Geometría y acero de refuerzo en contratraves



Geometría y acero de refuerzo en contratraves, corte transversal de elementos, donde se puede apreciar la cantidad de acero con que están reforzados.

á

3.4.3. PILOTES.

En general los pilotes son elementos que se utilizan para transmitir las cargas de una estructura a estratos profundos más resistentes que los mantos superficiales, o bien cuando la estructura deba construirse en un sitio cubierto por agua.

Los pilotes pueden clasificarse atendiendo a diferentes causas:

a) Respecto a los materiales empleados en su elaboración:

- 1.- De madera
- 2.- De acero
- 3.- De concreto simple
- 4.- De concreto reforzado
- 5.- De concreto presforzado
- 6.- Mixtos

b) Respecto al lugar de su construcción:

1. Prefabricados: cuando el pilote se fabrica en un lugar distinto al de su hinca.
- 2.- Fabricados en el lugar de la hinca.

c) Respecto a su sección transversal:

- 1.- Hueca
- 2.- Maciza

d) Respecto a su apoyo:

Pilotes de fricción: cuando la mayor parte de la carga del pilote se transmite al terreno por fricción en su superficie lateral.

Pilotes de punta: Cuando parte de la carga del pilote se transmite por apoyo directo del extremo del pilote a un manto resistente.

Pilotes de apoyo mixto: Cuando parte de la carga del pilote se transmite al terreno por fricción y el resto por apoyo directo.

e) Respecto a su dirección:

- 1.- Pilotes verticales
- 2.- Pilotes inclinados

Para el caso de esta estructura los pilotes son de concreto reforzado y sección transversal maciza y cuadrada de 50 cm. por lado, con una longitud de 16 metros, tal y como se observa en la figura 3.4.0.1 armados con ocho varillas del # 6 y cuatro varillas corrugadas del # 5 en toda su longitud, igualmente se colocó refuerzo transversal para resistir las fuerzas por cortante mediante estribos del # 3 en dos ramas, cabe señalar que en la cabeza y punta del pilote se cierra el espaciamiento de los estribos y además se adicionan más estribos en forma de zunchos con espacios de 6 cm. entre uno y otro, con el fin de confinar estas zonas por el impacto que provoca el martinete para hincarlos.

Para poder ligar el pilote con las trabes de liga se descabeza en una longitud de un metro, el detalle del descabece se observa en la figura 3.4.0.4

La resistencia del concreto empleado para este elemento fue de $f_c=250 \text{ kg/cm}^2$ y con acero de refuerzo de un $f_y= 4,200 \text{ kg/cm}^2$.

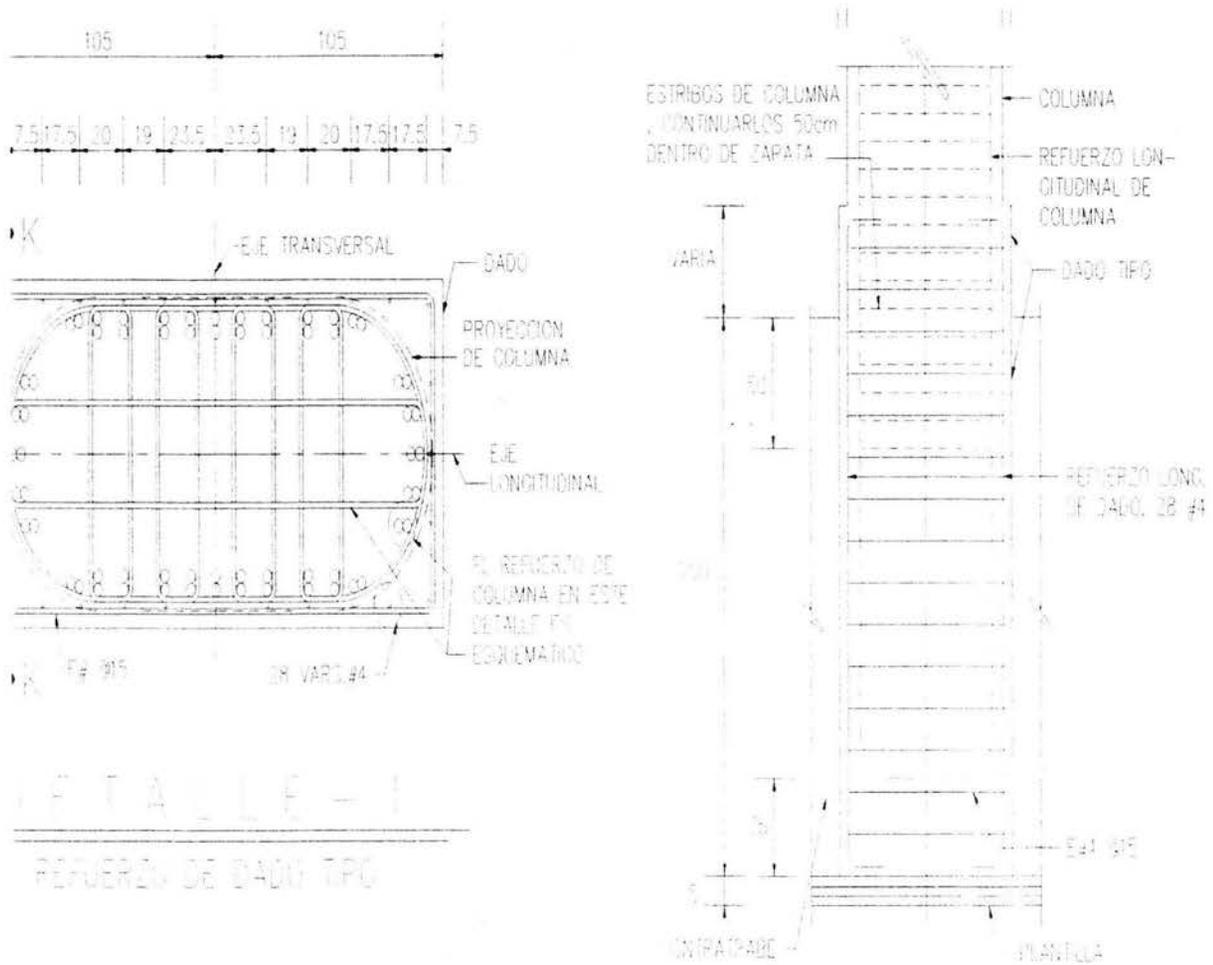
3.4.4. PEDESTALES (DADOS).

Este elemento es un miembro corto que trabaja a compresión, cuya altura no excede tres veces su ancho. Los pedestales (dados), frecuentemente se utilizan como elementos de transición entre las columnas y el sistema de zapatas en este caso trabes de liga que la soporta. Las razones principales del uso de estos elementos son:

1. Distribuir la carga sobre la zapata. Ello puede aligerar la intensidad de la presión directa de aplastamiento sobre la zapata o simplemente, puede permitir el uso de una zapata más esbelta con menos refuerzo debido a la columna más ancha.
2. Permitir que la columna termine con mayor altura en los casos en que las zapatas deben colocarse a profundidades considerables por debajo de las partes más bajas de la construcción.
3. Proveer lo necesario para obtener la longitud de anclaje requerida del refuerzo en columnas de concreto reforzado, donde el espesor de la zapata no es adecuado para el anclaje dentro de la zapata.

Para ilustrar lo anteriormente dicho se observa en la figura 3.4.4.1 La sección del pedestal es cuadrada de 2.10 X 1.00 metros, reforzado con 28 varillas de $\frac{1}{2}$ " de \varnothing (# 4), y estribos de $\frac{3}{8}$ " de \varnothing (# 3) distribuidos con una separación de 15 centímetros, tal y como se observa en las figuras antes mencionadas.

FIGURA 3.4.4.1 Detalle del corte transversal y elevación del dado de la columna donde se aprecia el acero de refuerzo.



Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

3.5 CRITERIOS DE DISEÑO.

Los criterios de diseño que se emplearon para esta estructura, se realizaron apegados al Reglamento de Construcción del Distrito Federal, para cumplir con la seguridad de la cimentación.

3.5.1. RECONOCIMIENTO DEL SITIO.

3.5.2. Requisitos mínimos para la investigación del subsuelo.

3.5.2.1. Construcciones ligeras o medianas de poca extensión y con excavaciones someras.

Son de esta categoría las edificaciones que cumplen los siguientes requisitos:

Peso unitario medio de la estructura $w = 5 \text{ t/m}^2$

Perímetro de la construcción $p \leq 80 \text{ m}$ en las zonas I y II, o

$P \leq 120 \text{ m}$ en la zona III

Profundidad de desplante: $D_f \leq 2.5 \text{ m}$

Además se tendrán que considerar otros aspectos. Como son la zonificación de la zona, para el caso que nos ocupa no presentan estas características, únicamente ilustramos lo anterior con la finalidad de establecer una diferencia en características que se puedan determinar fácilmente. En esta estructura intervienen los siguientes requisitos.

3.5.2.2 Construcciones pesadas, extensas o con excavaciones profundas.

Son de esta categoría las edificaciones que tienen al menos una de las siguientes características:

Peso unitario medio de la estructura $w = 5 \text{ t/m}^2$

Perímetro de la construcción $p > 80 \text{ m}$, en zonas I y II, o

$P > 120 \text{ m}$ en la zona III

Profundidad de desplante

Df > 2.5 m

Así mismo se tienen que cumplir ciertas condiciones en las diferentes zonas (I, II y III), para este caso, la estructura se encuentra en la zona III, por lo que describiremos las características pertenecientes a esta zona.

Zona III

1. Inspección superficial detallada para la detección de rellenos sueltos y grietas.
2. Sondeos para determinar la estratigrafía y propiedades índice y mecánicas de los materiales y definir la profundidad de desplante. Los sondeos permitirán obtener un perfil estratigráfico continuo con la clasificación de los materiales encontrados y su contenido de agua. A demás se obtendrán muestras inalteradas de todos los estratos que pueden afectar el comportamiento de la cimentación. Los sondeos deberán realizarse en número suficiente para verificar la homogeneidad del subsuelo en el predio o definir sus variaciones dentro del área estudiada.
3. En el caso de cimentaciones profundas, se investiga la tendencia de los movimientos del subsuelo debidos a la consolidación regional y determinación de las condiciones de presión del agua en el subsuelo.

La revisión de la cimentación ante estados límite de servicio se hará tomando en cuenta los límites indicados en la tabla 3.5.2.2.1.

Límites máximos para movimientos y deformaciones originados en la cimentación.

Tabla 3.5.2.2.1 Movimientos verticales.

a) Movimientos verticales (Hundimientos o emersión)

Concepto		Limite
Valor medio en el predio	Construcciones aisladas	30 cm
Asentamiento	Construcciones colindantes	15 cm
	Emersión	30 cm
Velocidad del componente diferido		1 cm/semana

Fuente: Elaboración Propia.

b) Inclinación media

Tabla 3.5.2.2.2 Inclinación media.

Tipo de daño	Limite	Observaciones
Inclinación visible	$100/(100 + 3h)$	h.- altura de la construcción, en m.
Mal funcionamiento de grúas viajeras	0.3 por ciento	En dirección longitudinal

c) Deformaciones diferenciales en la propia estructura y sus vecinas.

Tipo de estructura	Variable que se limita	Limite
Marcos de acero	Relación entre el asentamiento diferencial y el claro	0.006
Marcos de concreto	Relación entre el asentamiento diferencial y el claro.	0.004

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.3. Acciones de diseño.

Las combinaciones de acciones de diseño de cimentaciones serán las siguientes:

Primer tipo de combinación

Acciones permanentes más acciones variables, incluyendo la carga viva. Con este tipo de combinación se revisarán tanto los estados límite de servicio como los de falla. Las acciones variables se consideran con su intensidad media para fines de cálculos de asentamientos u otros movimientos a largo plazo. Para la revisión de estados límite de falla, se considerará la acción variable más desfavorable con su intensidad máxima y las acciones restantes con intensidad instantánea.

Segundo tipo de combinación.

Acciones permanentes más acciones variables con intensidad instantánea y acciones accidentales (viento o sismo). Con esta combinación se revisarán los estados límite de falla y los estados límite de servicio asociados a deformaciones transitorias y permanentes del suelo bajo carga accidental. Entre las acciones debidas a sismo, se incluirán la fuerza de inercia que obra en la masa de suelo potencialmente deslizante que subyace al cimiento de la construcción.

En el caso de cimentaciones profundas en las zonas I, II, y III se incluirá entre las acciones la fricción negativa que puede desarrollarse sobre el fuste de los pilotes o pilas por consolidación del terreno circundante. Para estimar esta acción, se considerará que el máximo esfuerzo cortante que puede desarrollarse en el contacto suelo – pilote es igual a la cohesión del suelo determinada en prueba triaxial no consolidada – no drenada bajo presión de confinamiento representativa de las condiciones del suelo. Se calcularán y tomarán explícitamente en cuenta en el diseño las excentricidades que presente la resultante de las diversas combinaciones de acciones anteriores respecto al centroide del área de cimentación (momento a volteo).

3.5.2.4. Factores de carga y resistencia.

Para estados límite de servicio el factor de carga será unitario en todas las acciones. Para estados límite de falla se aplicarán factores de carga de 1.10 a la fricción negativa, al peso propio del suelo, a los empujes laterales de éste y a la aceleración de las masas del suelo deslizantes bajo acción sísmica.

Los factores de resistencia relativos a la capacidad de carga de cimentaciones serán los siguientes para los estados límite de falla:

1. 0.35 para la capacidad de carga en la base de zapatas de cualquier tipo en la zona I, las zapatas de colindancia desplantadas a menos de 5 m de profundidad en las zonas II y III y los pilotes y pilas apoyados en un estrato resistente.
2. $0.70 (1 - s/2)$, en que “s” es la relación entre los máximos de la sollicitación sísmica y la sollicitación total que actúan sobre el pilote, para la capacidad de carga por adherencia de los pilotes de fricción ante la combinación de acciones que incluyan las sollicitaciones sísmicas.
3. 0.70 para otros casos.

Los factores de carga se aplicarán a la capacidad de carga neta de las cimentaciones.

Cimentaciones con pilotes de fricción

Los pilotes de fricción (aquellos que transmiten cargas al suelo principalmente a lo largo de la superficie lateral) podrían usarse como complemento de un sistema de cimentación parcialmente compensado para reducir asentamientos transfiriendo parte de la carga de la cimentación a estratos más profundos.

Estados límite de falla.

Para comprobar la estabilidad de las cimentaciones con pilotes de fricción se verificará la cimentación en su conjunto, cada uno de los diversos grupos de pilotes, cada pilote individualmente y el cumplimiento de la siguiente desigualdad para las distintas combinaciones de acciones verticales consideradas:

$$EQF_c < R$$

Donde

EQF_c Suma de los incrementos netos de carga debidos a las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada, afectadas de sus correspondientes factores de carga. Las acciones incluirán el peso propio de los pilotes o pilas y el efecto de la fricción negativa que pudiera desarrollarse sobre el fuste de los mismos o sobre su envolvente.

R. Capacidad de carga del sistema constituido por pilotes de fricción más losa o zapatas de cimentación, que se considerará igual al mayor de los valores siguientes:

a) Capacidad de carga del sistema suelo – zapatas o suelo – losa de cimentación, despreciando el efecto de los pilotes. Si este es el valor que rige, la losa, zapatas y las contratrabes deberán diseñarse estructuralmente para soportar las presiones de contacto suelo – zapata o suelo – losa máximas calculadas, más la concentración de carga total de cada pilote con $F_r = 1.0$. En este caso la capacidad de carga suelo – losa o suelo – zapata se calculará como se señala en la ec. 3.3.

b) Capacidad de carga del sistema suelo – pilotes de fricción que se considerará igual a la suma de las capacidades de carga de punta de los pilotes individuales más el menor de los siguientes valores:

Suma de las capacidades de adherencia de los pilotes individuales.

1.- Capacidad de adherencia de una pila geométrica igual a la envolvente del conjunto de pilotes.

2.- Suma de las capacidades de adherencia de los diversos subgrupos de pilotes en que pueda subdividirse la cimentación.

La capacidad de carga por punta de una cimentación de pilotes de fricción siempre se considerará igual a la suma de las capacidades de carga individuales por punta de los pilotes.

$$C_p = [C_u N_c * F_R + p_v] A_p$$

La capacidad de carga por adherencia lateral de un pilote de fricción individual bajo esfuerzos de compresión se calcularán como:

$$C_f = A_L f F_f$$

Donde:

$F_R = 0.70 (1 - S/2)$, factor de resistencia.

s.- Relación entre los máximos de la solidificación sísmica y la sollicitación total que actúan sobre el pilote.

C_f capacidad por adherencia, t

A_L Área lateral del pilote, m^2

F adherencia lateral media, pilote – suelo, t/m^2

Estados límite de servicio.

Los asentamientos o emersiones de cimentaciones con pilotes de fricción bajo cargas estáticas, se estimarán considerando la penetración de los mismos y las deformaciones del suelo de apoyo bajo cargas actuantes en ellos, así como la fricción negativa y la interacción con hundimiento regional. En el cálculo de los movimientos anteriores se tomarán explícitamente en cuenta las excentricidades de carga.

3.6 NORMAS Y ESPECIFICACIONES GENERALES.

3.6.1. ESPECIFICACIONES.

Las fuerzas y momentos producidos por las acciones a que estará sujeta la estructura se determinara de acuerdo con los criterios de análisis estructural.

Para el análisis de ésta estructura, se empleó el criterio de estados límite de falla, en donde este señala que la estructura debe dimensionarse de modo que la resistencia de diseño de toda la sección con respecto a cada fuerza o momento interno que en ella actué sea igual o mayor que el valor de diseño de dicha fuerza o momento interno.

La resistencia de diseño debe incluir el correspondiente factor de resistencia; F_R ,

$F_R = 0.9$ para flexión,

$F_R = 0.8$ para cortante,

$F_R = 0.8$ para flexocompresión.

3.6.1.1. MATERIALES.

CONCRETO.

El concreto empleado para fines estructurales puede ser de dos clases:

Clase	Peso volumétrico en estado fresco
I	< 2.2 t/m ³
II	1.9 y 2.2 t/m ³

Y que para el caso de este puente se utilizó concreto clase I.

Resistencia a la compresión.

La resistencia de los concretos clase I, tendrá una resistencia especificada f'_c igual o mayor que 250 kg/cm^2 . La resistencia especificada de los concretos clase II será inferior a 250 kg/cm^2 .

Para diseñar se usará el valor nominal, f^*c , determinado con la expresión siguiente:

Para concretos clase I y II

$$\text{Será } f^*c = 0.8 f'_c$$

Resistencia a la tensión.

Se considera como resistencia a la tensión, F_t , de un concreto el promedio de los esfuerzos resistentes obtenidos a partir de no menos de cinco ensayos en cilindros (de $15 \times 30 \text{ cm.}$), cargados diametralmente, ensayados de acuerdo con la norma NOMC163. A falta de información experimental; f_t se puede estimar igual a:

$$\text{Concreto clase I } 1.5 (f'_c)^{1/2}$$

$$\text{Concreto clase II } 1.2 (f'_c)^{1/2}$$

La resistencia a la tensión por flexión o módulo de rotura, f_i , se puede suponer igual a:

$$\text{Concreto clase I } 2 (f'_c)^{1/2}$$

$$\text{Concreto clase II } 1.4 (f'_c)^{1/2}$$

Para diseñar se usará el valor nominal, f^*t , igual a $0.75 f_i$. También puede tomarse:

$$\text{Concreto clase I } 1.2 (f^*c)^{1/2}$$

$$\text{Concreto clase II } 0.9 (f^*c)^{1/2}$$

Y el módulo de rotura, f^*t se puede tomar igual a:

$$\text{Concreto clase I } 1.6 (f^*c)^{1/2}$$

$$\text{Concreto clase II } 1.1 (f^*c)^{1/2}$$

Módulo de elasticidad.

Para concretos clase I, el módulo de elasticidad se supondría igual a:

$$14,000 (f_c)^{1/2} \text{ kg/cm}^2$$

y para concreto clase II, se supondría igual a:

$$8,000 (f_c)^{1/2} \text{ kg/cm}^2$$

Contracción por secado.

Para concretos clase I, la contracción por secado final, E_{cf} , se supondrá igual a 0.001 y para concretos clase II, se tomará igual a 0.002.

Deformación diferida.

Para concreto clase I, el coeficiente de deformación axial diferida final,

$$C_r = (\xi_f - \xi_i) / \xi_i$$

Se supondrá igual a 2.4 y para concreto clase II, se supondrá igual a 5.0. las cantidades ξ_f y ξ_i son las deformaciones axiales final e inmediata respectivamente.

ACERO.

El módulo de elasticidad del acero de refuerzo ordinario, E_s se supondrá igual a $2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$.

En el cálculo de resistencias se usarán los esfuerzos de fluencia mínimos, f_y , igual a $4,200 \text{ kg/cm}^2$.

3.6.2. REVISIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE DE FALLA.

La determinación de resistencias de secciones de cualquier forma sujetas a flexión, carga axial o una combinación de ambas, se efectuará a partir de las condiciones de equilibrio y de las siguientes hipótesis:

- a) La distribución de deformaciones unitarias longitudinales en la sección transversal es plana.
- b) Existe adherencia entre el concreto y acero de tal manera que la deformación unitaria del acero es igual a la del concreto adyacente.
- c) El concreto no resiste esfuerzos de tensión.
- d) La deformación unitaria del concreto en compresión cuando se alcanza la resistencia de la sección es 0.003.
- e) La distribución de esfuerzos de compresión en el concreto cuando se alcanza la resistencia es uniforme en una zona cuya profundidad es de 0.8 veces la del eje neutro, definido este de acuerdo con las hipótesis anteriores. El esfuerzo uniforme se tomará igual a $0.85 f^*c$ si:

F^*c es menor igual que 250 kg/cm^2

E igual a

$(1.05 - f^*c/1250) f^*c$ si f^*c es mayor que 250 kg/cm^2 .

3.6.2.1. FLEXIÓN.

a). Refuerzo mínimo

El área mínima de acero de refuerzo de secciones rectangulares de concreto reforzado de peso normal será calculada con:

$$A_{smin} = (0.7 (f^*c)^{1/2} / f_y) bd$$

b.- ancho de la sección

d.- peralte efectivo

Sin embargo, no es necesario que el refuerzo mínimo sea mayor que 1.33 veces el requerido por el análisis.

b). Refuerzo máximo

El área máxima de acero de tensión en secciones de concreto reforzado que no deban resistir fuerzas sísmicas será la que corresponde a la falla balanceada de la sección considerada. La falla balanceada ocurre cuando simultáneamente el acero llega a su esfuerzo de fluencia y el concreto alcanza su deformación máxima de 0.003 en compresión. Este criterio es general y se aplica a secciones de cualquier forma sin acero de compresión o con él. En elementos a flexión que formen parte de sistemas que deban resistir fuerzas sísmicas, el área máxima de acero a tensión será 75 por ciento de la correspondiente a la falla balanceada. Este último límite rige también en zonas afectadas por articulaciones plásticas.

Las secciones rectangulares sin acero de compresión tienen falla balanceada cuando el área de acero es igual a:

$$(f'_c / f_y) (4800 / (f_y + 6000)) b d$$

$$f'_c = 0.85 f^*c \quad \text{si } f^*c \text{ es menor igual a } 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = (1.05 - (f^*c / 1,250)) f^*c \quad \text{si } f^*c \text{ es mayor que } 250 \text{ kg/cm}^2$$

c). Formulas para calcular resistencias

Secciones rectangulares sin acero de compresión.

$$M_R = F_R b d^2 f'_c q (1 - 0.5q)$$

Donde:

$$,q = p f_y / f'_c$$

$$,p = A_s / b d$$

A_s área de refuerzo en tensión

Secciones rectangulares con acero de compresión.

$$M_R = F_R [(A_s - A's) f_y (d - (a/2)) + a's f_y (d - d')]$$

$$a = (A_s - A'_s) f_y / (f'_c b)$$

A_s acero a tensión

A'_s acero en compresión

d' distancia entre el centroide del acero a compresión y la fibra extrema a compresión.

La ecuación anterior es valida sólo si el acero de compresión fluye cuando alcanza la resistencia de la sección. Esto se cumple si:

$$(p - p') \text{ es mayor igual que } (4,800 / (6000 - f_y)) (d'/d) (f'_c/f_y)$$

donde

$$p' = A'_s / bd$$

3.6.1.2. FUERZA CORTANTE.

En vigas con relación claro peralte total L/h , no mayor que 5, la fuerza cortante que toma el concreto, V_{CR} , se calculará con el criterio siguiente:

$$\text{Si } p < 0.01 \quad V_{CR} = F_R b d (0.2 + 30 p) (f'_c)^{1/2}$$

$$\text{Si } p \geq 0.01 \quad V_{CR} = 0.5 F_R b d (f'_c)^{1/2}$$

Si L/h es menor que 4 y las cargas y reacciones comprimen directamente las caras superiores e inferior de la viga V_{CR} se obtendrá multiplicando el valor de la siguiente relación:

$$3.5 - 2.5 (M / V d) > 1.0$$

pero sin que se tome V_{CR} mayor que:

$$1.5 F_R b d (f'_c)^{1/2}$$

M momento flexionante actuante

V fuerza cortante actuante

En elementos anchos, como losas y zapatas en los que el ancho, b , no sea menor que cuatro veces el peralte efectivo, d , con espesor hasta de 60 cm y donde la relación $M / V d$, no exceda de 2.0, la fuerza resistente V_{CR} puede tomarse igual a:

$$0.5 F_R b d (f^*c)^{1/2}$$

4.- SUPERESTRUCTURA.

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.

El puente en estudio es de tipo Gerber, ya que consta de traveses centrales TC que se apoyan en traveses que se localizan a los extremos de ésta, llamadas generalmente traveses de apoyo TA, las cuales se encuentran simplemente apoyadas sobre las columnas. Este sistema es hoy en día muy común debido a las siguientes ventajas:

- a) Se pueden librar claros de hasta 60 m.
- b) Por lo general son presforzados, ya sean de concreto o acero, lo que implica un mejor control de calidad y mejores materiales de construcción.
- c) El tiempo de ejecución de la obra es muy corto.
- d) Son ideales para zonas urbanas, ya que libran un claro que esté transitando.
- e) La interrupción del tráfico es mínima.

Esta estructura cuenta con 9 claros, con las siguientes distancias:

Tabla 4.1.0.1 Distancia de claros del puente

EJE	CADENAMIENTO	DISTANCIA (m)	DISTANCIA ACUM. (m)
1	1+088.518	0.0	0
2	1+123.318	34.8	34.8
3	1+168.318	45.0	79.8
4	1+213.318	45.0	124.8
5	1+258.318	45.0	169.8
6	1+303.318	45.0	214.8
7	1+348.318	45.0	259.8
8	1+393.318	45.0	304.8
9	1+438.318	45.0	349.8
10	1+473.118	35.0	384.8

Fuente: Elaboración propia

El ancho de calzada es de 12 metros con tres carriles de circulación, con carpeta asfáltica de 3 centímetros de espesor y con una longitud total de 384.80 metros de largo.

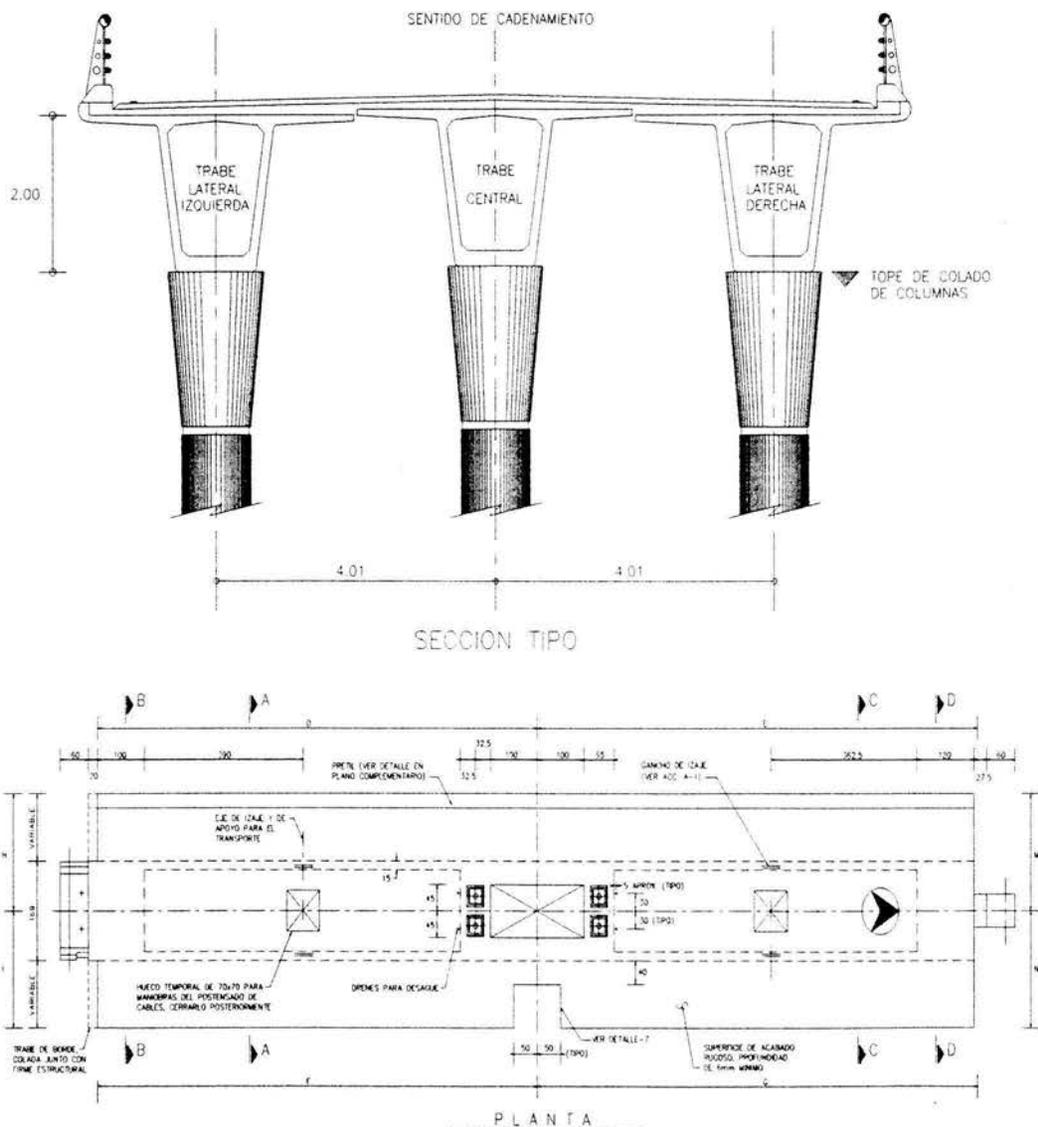
Esta superestructura está construida con traveses cajón prefabricadas, las cuales son recomendables donde el peralte de la estructura está limitado de un modo severo, por lo que constituye una buena solución por su rigidez. Las traveses cajón y vigas T son de costo parecido en claros de 25 metros, siendo las vigas T las que

tienen un costo menor para claros menores a 25 m. Para claros mayores las traveses cajón son más económicas que las vigas T.

Las traveses cajón son fabricadas por muchos diseñadores por sus ventajas estructurales y estéticas, además de que proveen de espacio en las celdas abiertas para instalaciones, las cuales se apoyan sobre la losa de fondo y pueden disponer de acceso para su inspección y reparación.

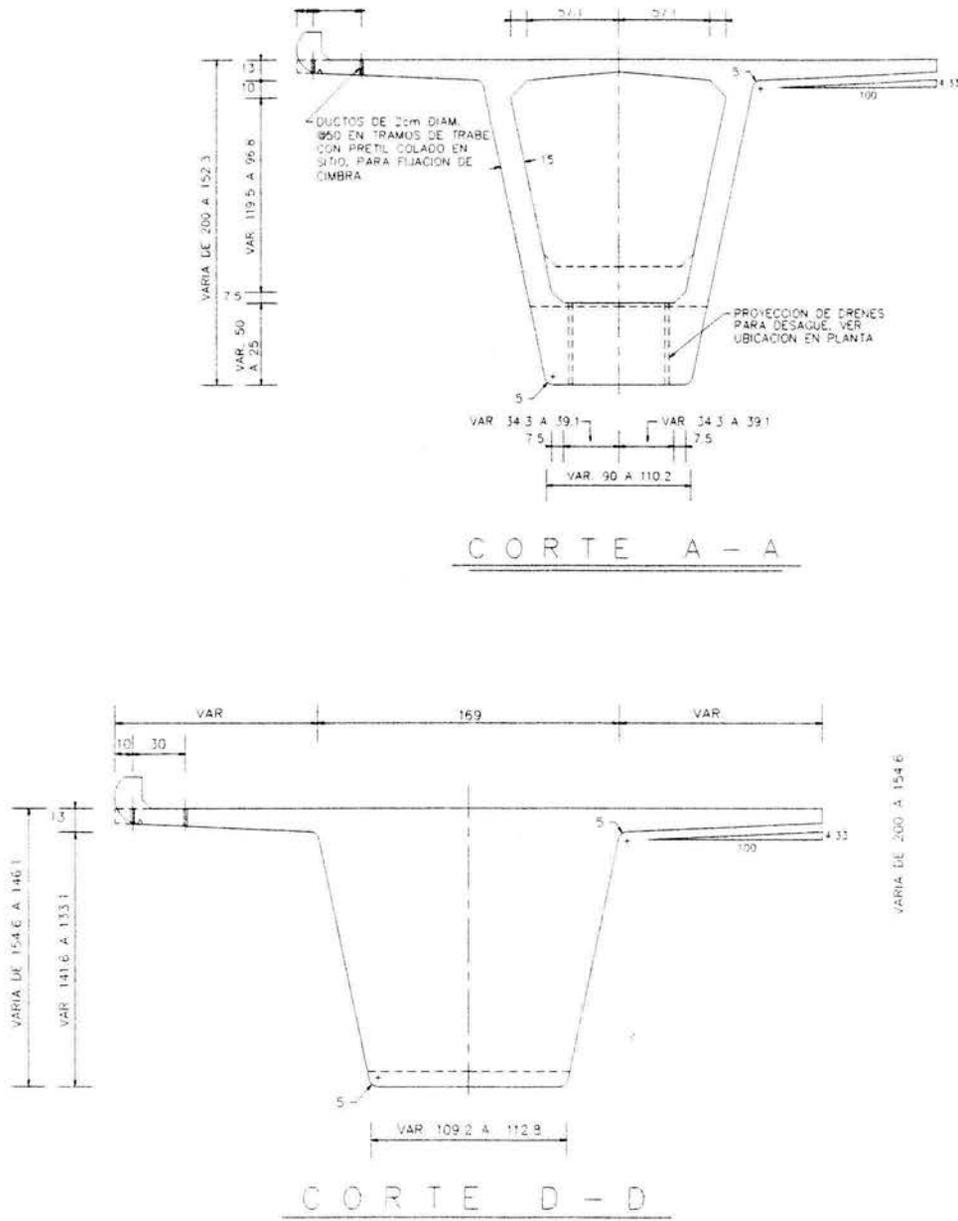
Para una mejor interpretación a continuación se muestran las figuras 4.1.1 y 4.1.2.

Figura 4.1.0.1 Traveses Cajón



Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Figura 4.1.0.2.Corte de trabe Cajón



Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

4.2 ESTUDIOS ESPECÍFICOS.

En la ingeniería de puentes, cuando se trata de buscar soluciones satisfactorias tanto técnicas como económicas, dirigidas al estudio y construcción de un puente, las actividades del ingeniero deberán ser avocadas por principio hacia los estudios de campo.

Estos estudios, destinados a recabar informes necesarios que sirvan de base para el diseño y éste a su vez a la construcción, deben ser hechos con todo cuidado y buen criterio, pues de nada nos sirve un buen diseño si éste se basa en estudios de campo incompletos, erróneos o deficientes.

Los trabajos que comprende este estudio pueden ser diferentes, pero según su importancia y el orden cronológico podemos agruparlos de la siguiente manera:

1. Estudios de tránsito
2. Estudios de construcción

4.2.1. ESTUDIOS DE TRÁNSITO.

Es de suponerse que cuando se decide la construcción de una vialidad (estructura elevada) que es la estructura que estamos tratando, ya se ha estudiado y fijado las características básicas de ella, por lo que se refiere al tránsito para el que debe diseñarse, como son: número de carriles de circulación, ancho de estos, velocidades de operación de la vialidad en sus diferentes tramos, tipos de vehículos que deben considerarse, etc.

Seguramente que los puentes para este tipo de vialidades de esta megalópolis, deben diseñarse para varios carriles de circulación, procurando que haya buena visibilidad en los tramos cercanos a dicho puente, y es de esperarse que los vehículos que transitan por esta vialidad sean de peso muy variable.

Así mismo estos estudios nos determinan el tipo de superestructura que debe de emplearse en la construcción de este puente, ya que con este estudio se determinan las cargas móviles (vehículos) que transitan en esta vialidad. Es importante señalar que se toman en cuenta las cargas móviles más desfavorables para el análisis de la estructura, que para este caso se estudió con camiones T3-S2-R4 y HS-20 y que son los que determinan el peralte de los elementos de la superestructura.

4.2.2. ESTUDIOS DE CONSTRUCCIÓN.

Los datos topográficos y de cimentación ya señalados en el capítulo anterior, nos determinan alguna de las características básicas de la estructura que se diseñe, como es la ubicación del puente, la longitud total necesaria, la longitud mínima de los claros, la elevación de la rasante, el tipo y las dimensiones de la cimentación.

4.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

4.3.1. TRABES O VIGAS POSTENSADAS.

El postensado ha sido el principal causante de la aplicación del concreto en puentes de grandes claros y viaductos elevados. Para claros entre 10 y 60 metros las vigas o losas proporcionan una forma de construcción muy eficiente. La construcción en sitio es posible, aunque también se dispone de métodos más flexibles que se utilizan en el postensado. Una losa sólida proporciona el momento resistente máximo para un peralte dado, pero se incrementa el costo por trabajar sin eficiencia gran parte de su material. Las secciones huecas sirven para reducir las cargas muertas y si se trata de claros cortos el costo extra de los materiales involucrados en una losa sólida pueden ser excedidos por los de mano de obra y materiales que forman parte de una losa hueca. Los claros cortos menores a 10 metros no son realmente económicos para el postensado.

En el caso de la estructura que estamos estudiando se tratan de vigas sección cajón como se muestran en las figuras 4.3.1.1, 4.3.1.2, 4.3.1.3, 4.3.1.4, 4.3.1.5, 4.3.1.6 y 4.3.1.7. Este tipo de sección resuelve el problema de peralte, en donde se limita muy severamente y constituye una buena solución por su rigidez, las trabes cajón y vigas T son de costo parecido en claros de 25 metros, siendo las vigas T las que tienen un menor costo para claros menores a 25 m., para claros mayores las trabes cajón son más económicas que las vigas T.

Las trabes cajón son preferidas por muchos diseñadores por sus ventajas estructurales y estética, además de que proveen de espacio en las celdas abiertas para instalaciones. Las instalaciones se apoyan sobre la losa de fondo.

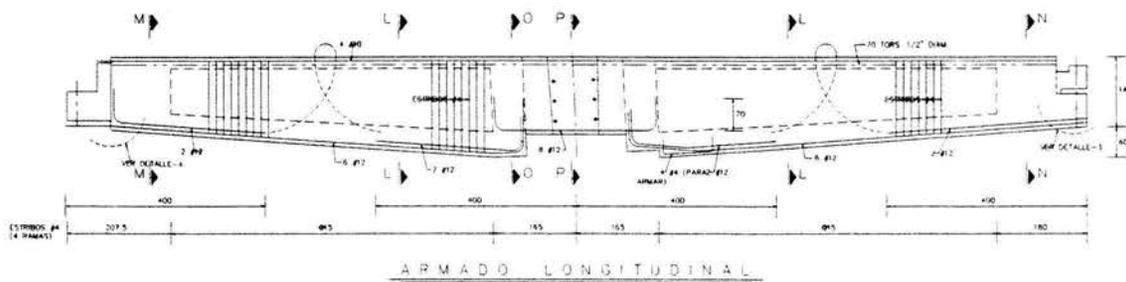
4.3.2. COLUMNAS.

Las columnas son los miembros verticales a compresión de los marcos estructurales, que sirven para apoyar a las trabes cargadas. Transmiten las cargas permanentes (peso propio de trabes, firme estructural, carpeta asfáltica, parapeto, banquetas y guarniciones) y cargas vivas, hasta el suelo, a través de

la cimentación. Puesto que las columnas son elementos a compresión, la falla en una columna en un lugar crítico puede causar el colapso total de la superestructura.

En términos económicos y de pérdidas humanas, la falla estructural de una columna es un evento de principal importancia. Por esto se debe de tener una reserva de resistencia más alta que las traveses o que cualquier otro elemento estructural horizontal, especialmente porque las fallas a compresión proporcionan muy poca advertencia visual.

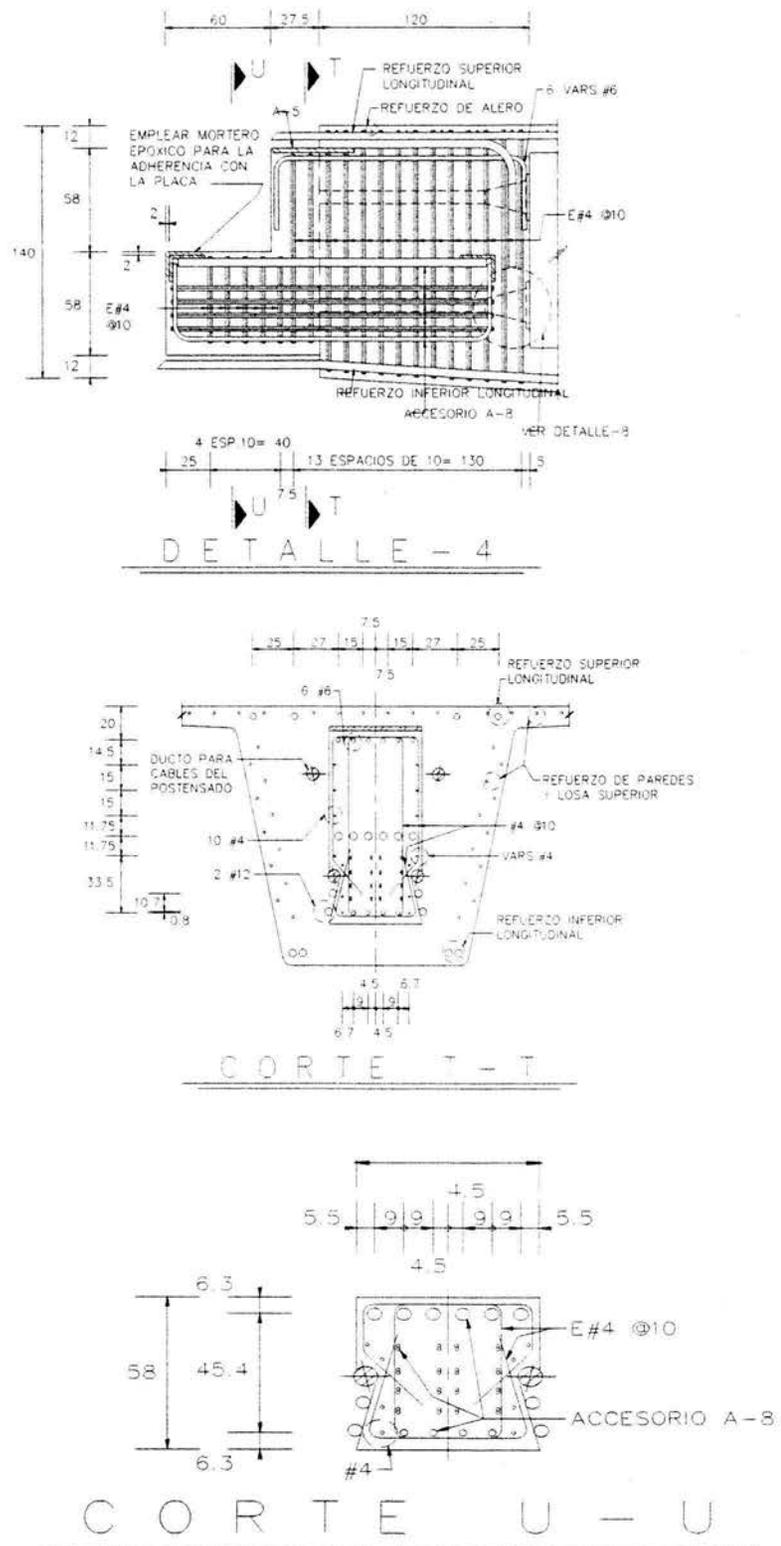
Figura 4.3.2.1. Trabe de apoyo.



Vista lateral de la trabe de apoyo, en la cual se observa el acero de refuerzo y la cantidad de acero de presfuerzo que contiene este elemento de la estructura.

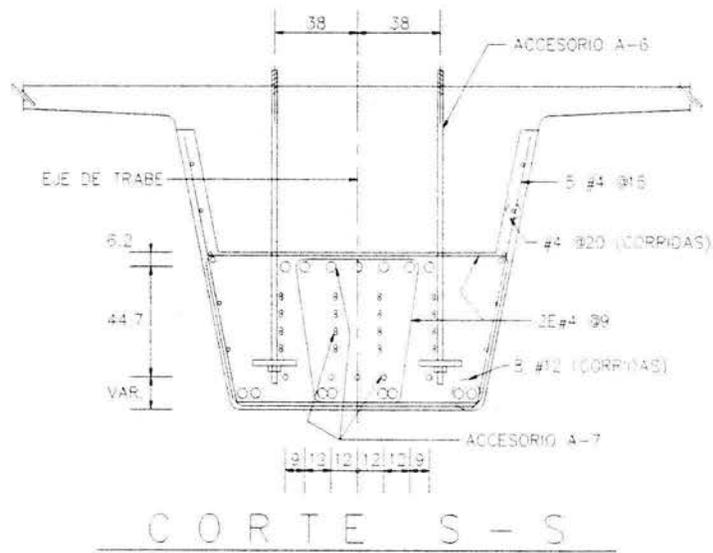
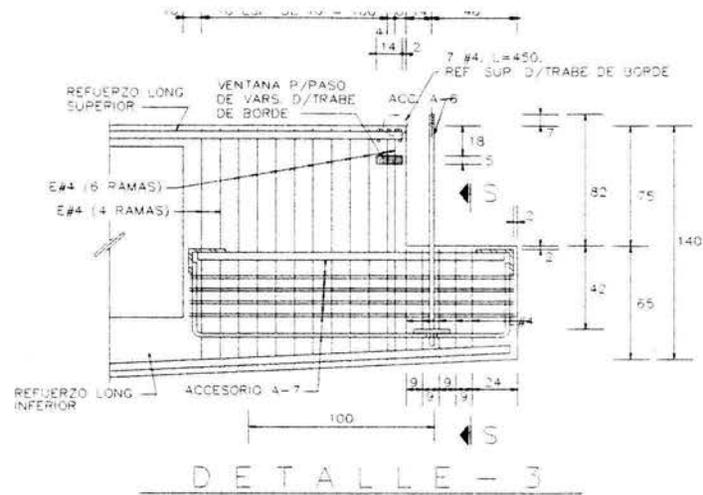
Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

FIGURA 4.3.2.2 Refuerzo donde se apoya la trabe central.



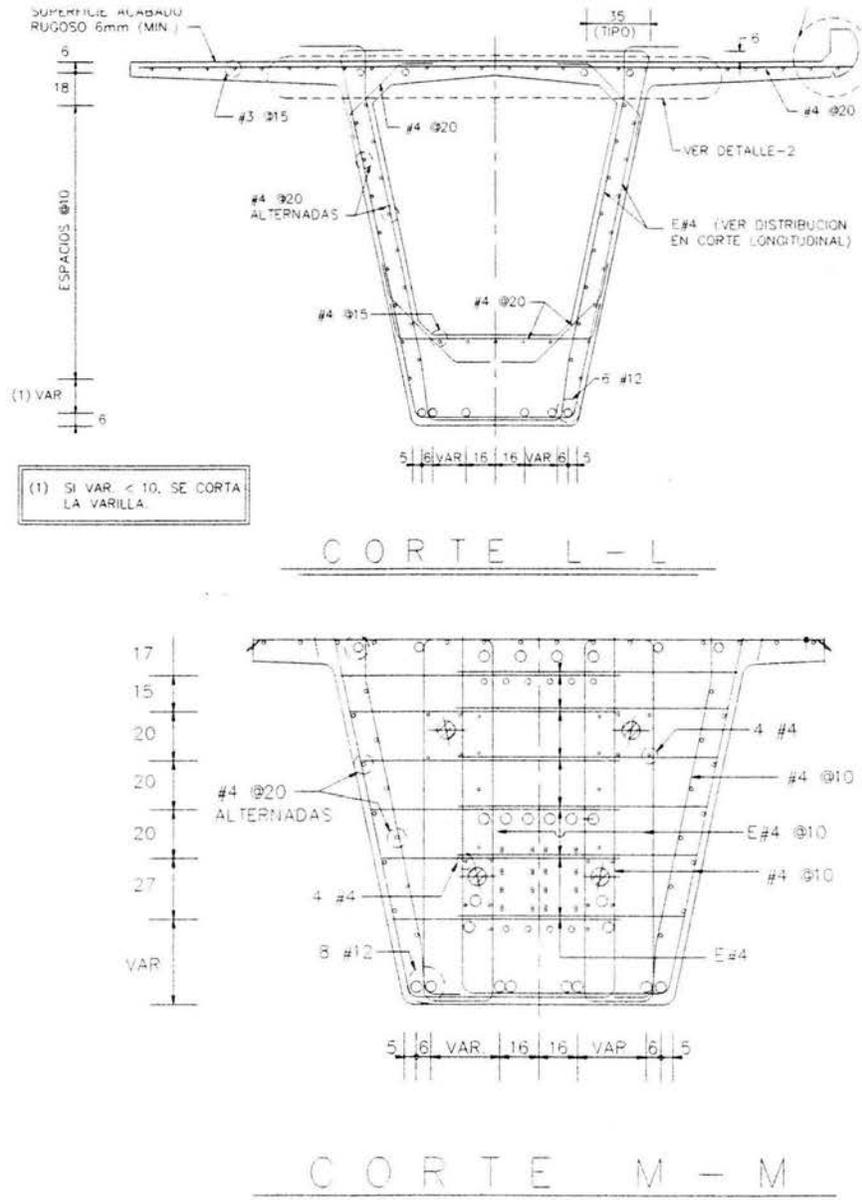
Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Figura 4.3.2.3 Análogamente a la figura anterior, se observa como están reforzadas las zonas donde será apoyada la trabe central.



Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

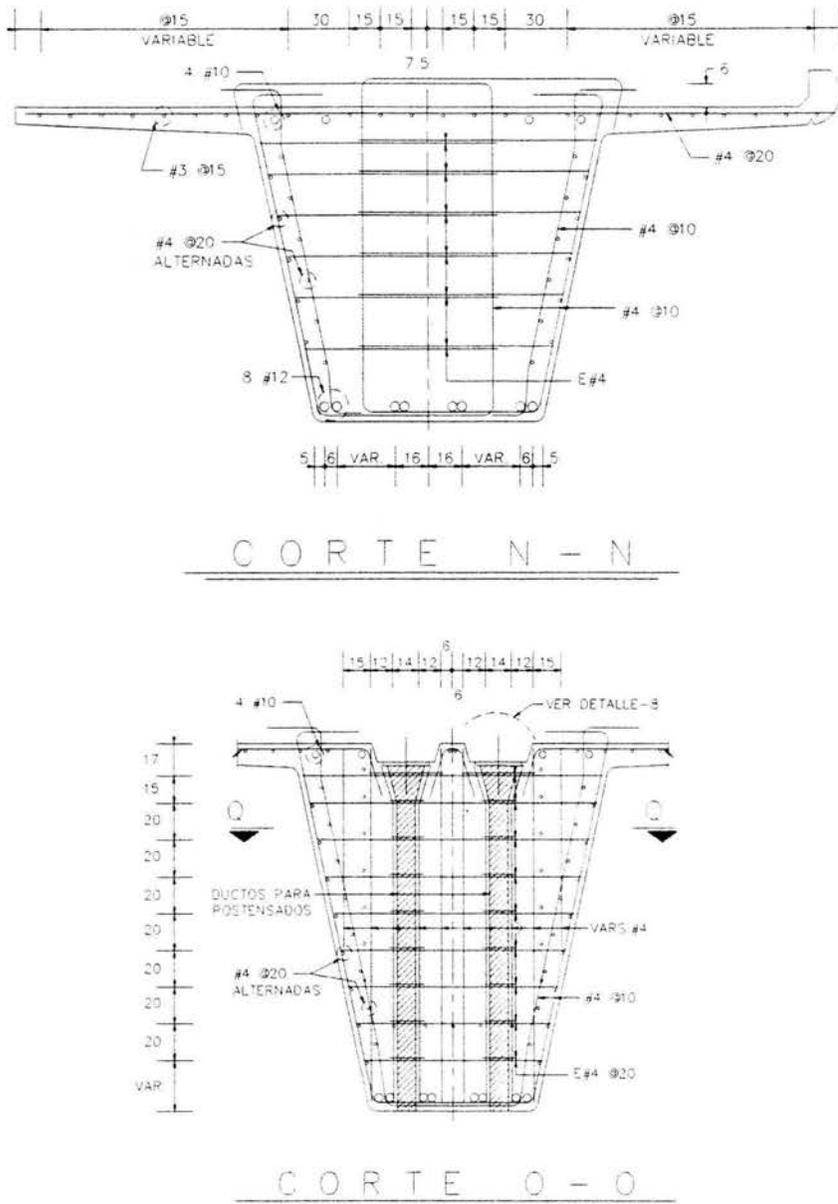
Figura 4.3.2.4 Cortes transversales de las traves de apoyo



En estas figuras se observan los diferentes cortes transversales a lo largo de la trabe de apoyo, apreciando el refuerzo de apoyo en cada sección.

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

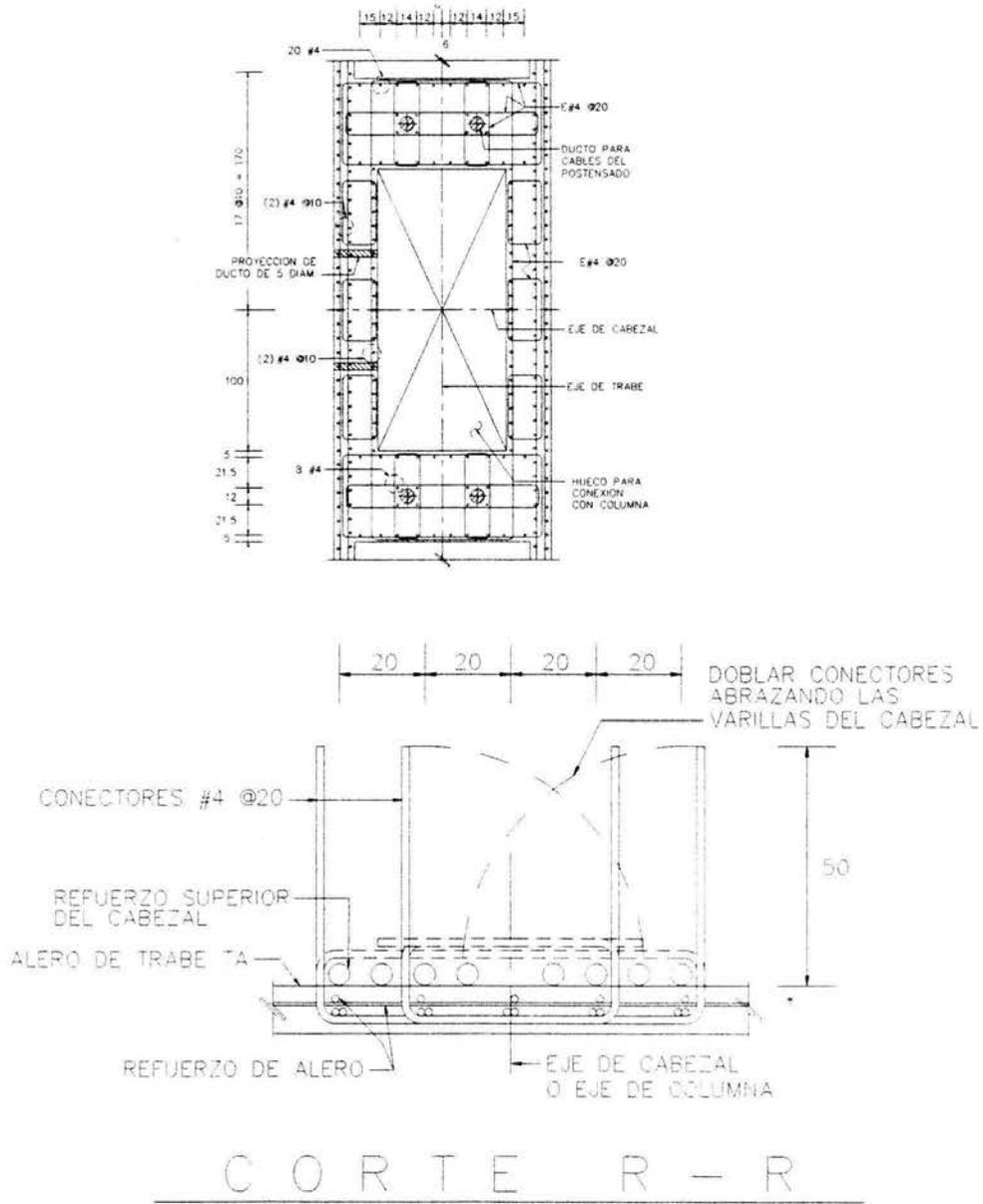
Figura 4.3.2.5 Cortes transversales de la trabe de apoyo



Cortes transversales a lo largo de la trabe de apoyo, se observa el acero de refuerzo de cada sección.

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

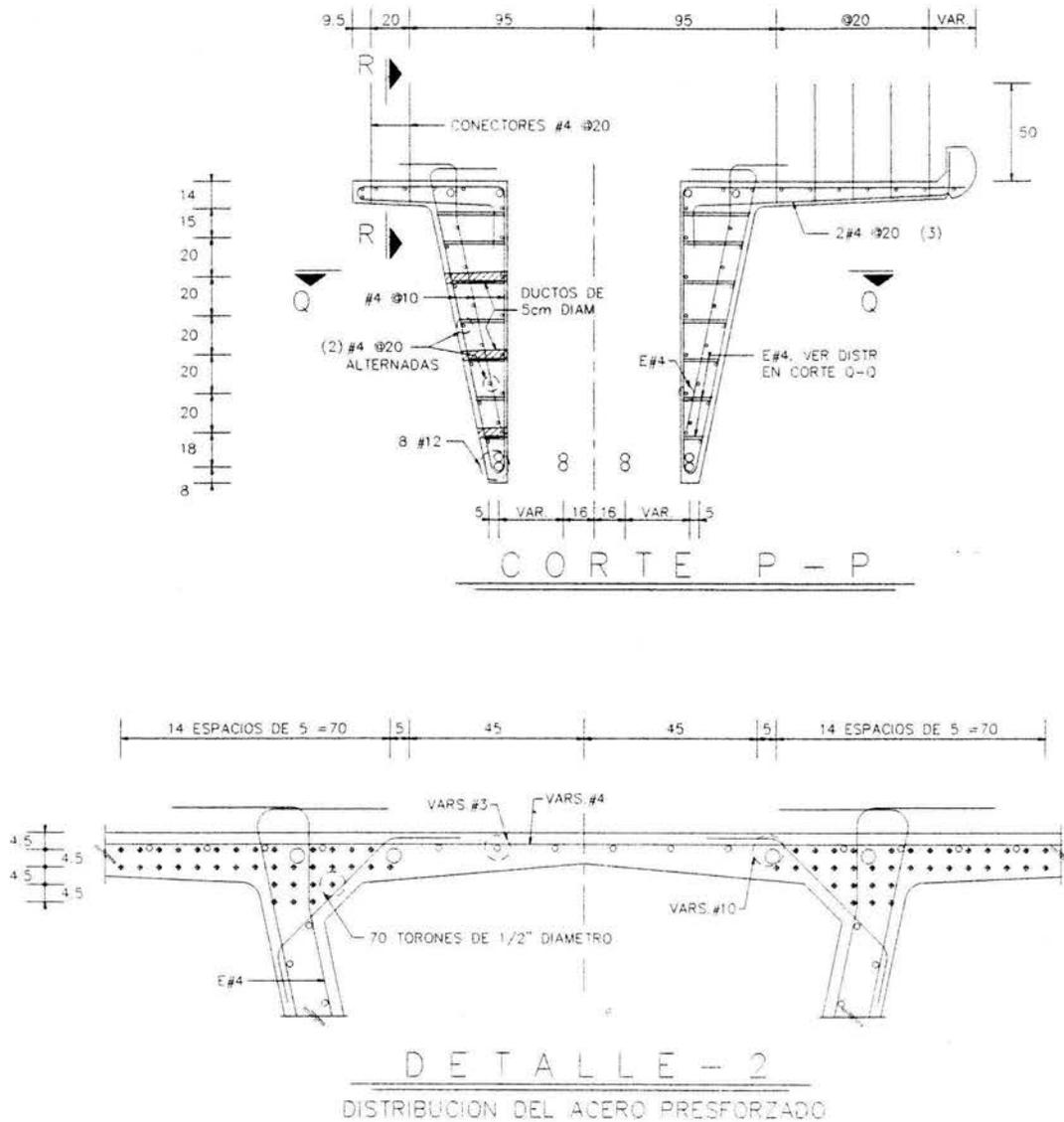
Figura 4.3.2.6 Detalle de refuerzo de trabe de apoyo



En estas figuras se observa más a detalle la zona central de la trabe de apoyo, en la cual se aprecia la distribución del acero de refuerzo, tanto en la zona central como en los aleros.

Funete3

Figura 4.3.2.7 Acero de refuerzo de traves de apoyo



Figuras donde se observa la distribución del acero de presfuerzo y armado de refuerzo en la zona central de la trabe de apoyo.

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

A medida que la carga en una columna se incrementa, el agrietamiento se intensifica en los lugares de los amarres transversales, en toda su altura. En el estado límite de falla, el recubrimiento del concreto de las columnas con estribos o la capa de concreto que cubre las espirales de las columnas confinadas con espirales, se desprende y las varillas longitudinales quedan expuestas. Las cargas adicionales conducen a la falla y al pandeo local de las varillas longitudinales individuales, en partes sin soporte entre los estribos. Se debe notar que en el estado límite de falla, el recubrimiento del concreto del refuerzo se desprende primero, antes que se destruya la adherencia.

Como en el caso de las vigas, la resistencia de las columnas se calcula con los principios básicos siguientes:

1. Existe una distribución lineal de las deformaciones en la sección transversal de la columna.
2. No hay deslizamiento entre el acero y el concreto (esto es la deformación en el acero y el concreto es la misma).
3. Para el propósito de los cálculos de la resistencia, la deformación máxima permisible del concreto en la falla es $= 0.003 \text{ cm/cm}$.
4. La resistencia en tensión del concreto es despreciable y no se considera en los cálculos.

4.3.2.1 TIPOS DE COLUMNAS.

Las columnas pueden clasificarse con base en su forma y la disposición del refuerzo, con la posición de la carga en la sección transversal y por la longitud de la columna en relación con sus dimensiones laterales.

1. Columnas rectangulares o cuadradas, con refuerzo longitudinal de varilla y estribos laterales.
2. Columnas circulares con refuerzo longitudinal y refuerzo en espiral o con estribos.
3. Columnas compuestas en las que se confinan perfiles estructurales en el concreto. Los perfiles estructurales se pueden colocar dentro del armado de refuerzo.

4.3.2.2. REFUERZO LONGITUDINAL PRINCIPAL.

La mayoría de las columnas están sujetas a momento flexionante además de la carga axial. Por esta razón y para asegurar cierta ductilidad, se debe proporcionar a las columnas un refuerzo mínimo de 1%. Una relación de refuerzo razonable se encuentra entre 1.5 y 3.0%.

En el caso de columnas con estribos, se debe de utilizar un mínimo de cuatro varillas longitudinales. Para columnas con espiral, se debe de utilizar por lo menos seis varillas longitudinales para proporcionar la acción de confinamiento de la espiral.

4.3.2.3. REFUERZO LATERAL PARA COLUMNAS.

ESPIRAL (ZUNCHO)

El otro tipo de refuerzo lateral es el espiral o refuerzo lateral helicoidal, son particularmente útiles para incrementar la ductilidad o resistencia del miembro y por lo tanto, es obligatorio en regiones con alto riesgo sísmico.

Normalmente, el concreto que se encuentra fuera del núcleo confinado de una columna con refuerzo en espiral, se puede desprender por completo bajo la acción de fuerzas laterales repentinas e inusuales, como las que se inducen en los sismos. Las columnas deben ser capaces de soportar la mayor parte de la carga, incluso después del desprendimiento del recubrimiento, para prevenir el colapso de la estructura.

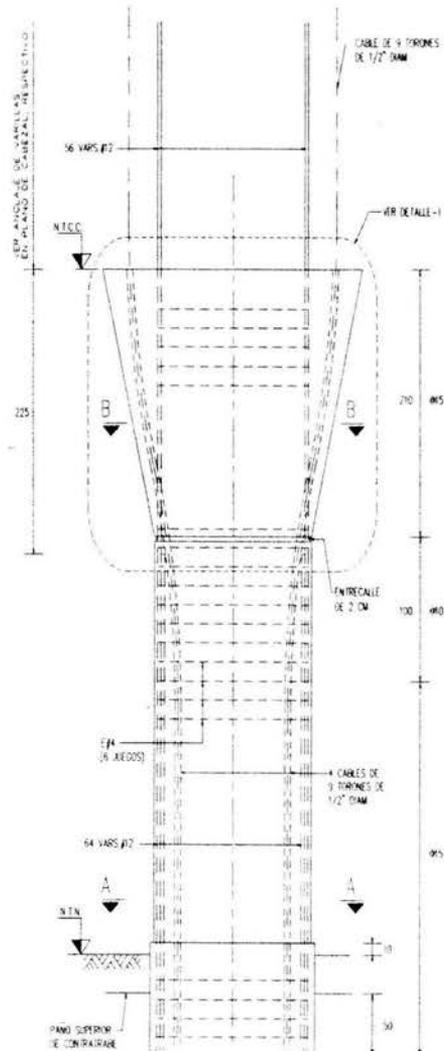
El refuerzo en espiral con separación cerrada, incrementa la capacidad de carga última de las columnas.

Para el caso de esta subestructura se trata de columnas de sección cilíndrica, con refuerzo longitudinal con varillas del # 8, así como refuerzo lateral helicoidal con varillas del #4. La resistencia del concreto fue de $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$.

La conexión que existe entre las columnas y la superestructura es novedosa, ya que por medio del postensado se conectaron columna, capitel y trabe, los cables del postensado quedan anclados dentro de los dados de la columna y en la parte superior se anclan en las trabes centrales.

En las figuras 4.3.2.3.1, 4.3.2.3.2, 4.3.2.3.3, 4.3.2.3.4, 4.3.2.3.5, y 4.3.2.3.6 podemos observar la geometría y los detalles del armado de estas columnas.

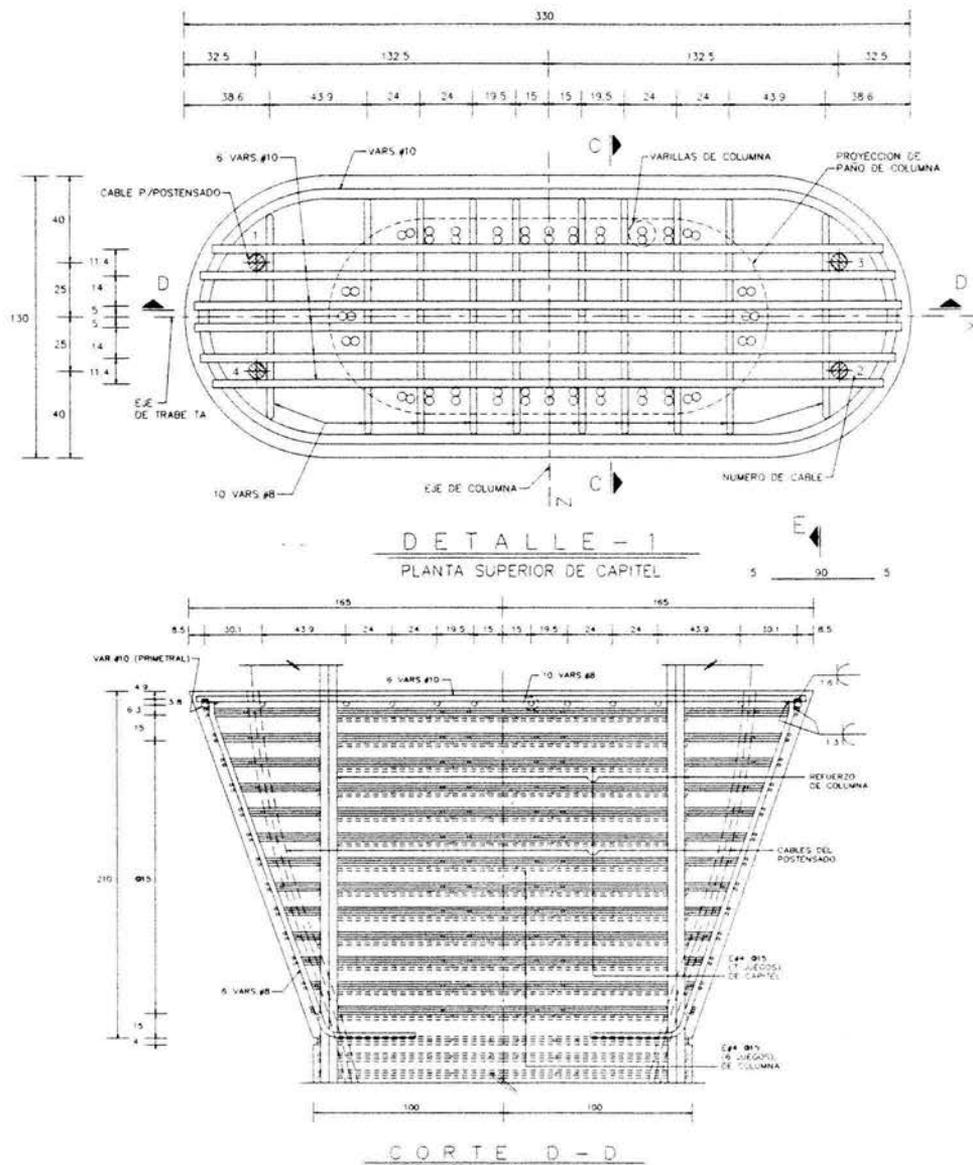
Figura 4.3.2.3.1 Refuerzo ordinario y Postensado de columnas



En esta figura se observa como está distribuido el refuerzo ordinario y refuerzo del postensado en las columnas que forman parte de esta estructura.

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

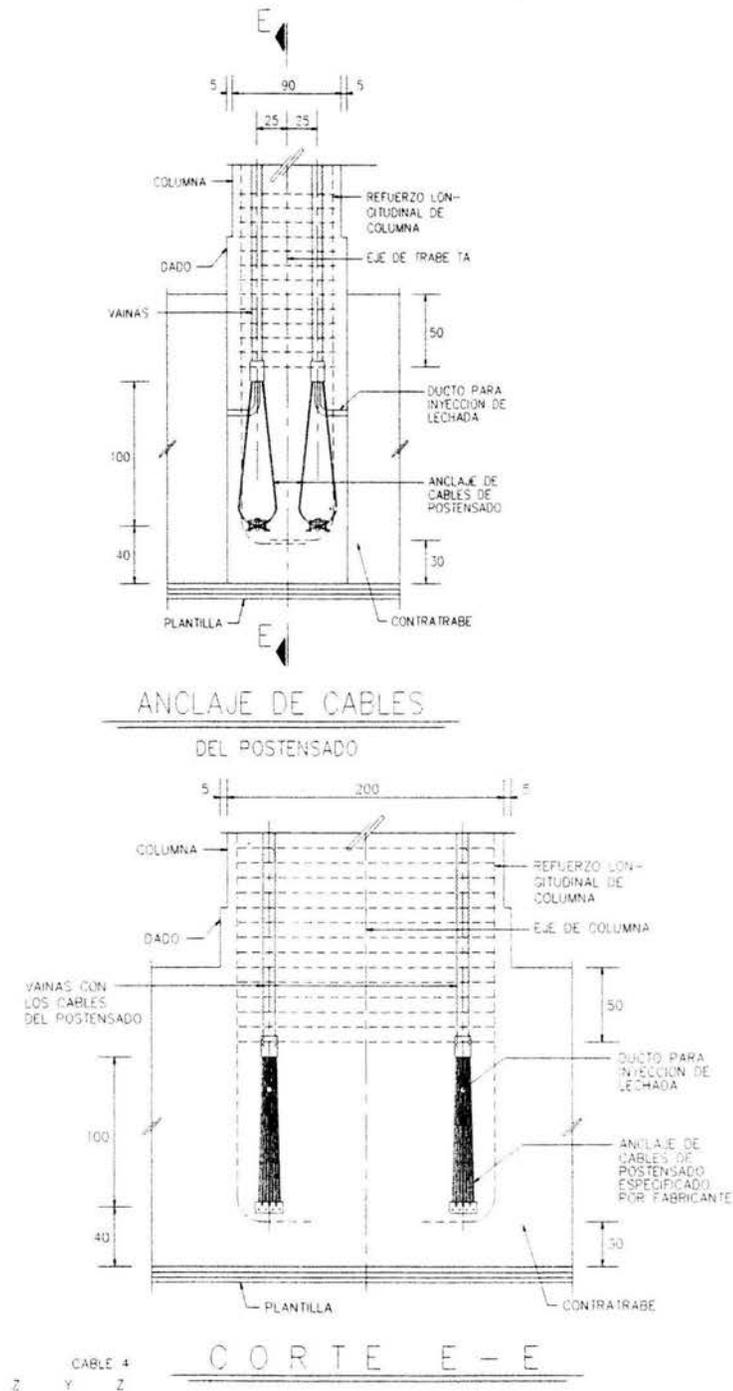
Figura 4.3.2.3.2 Protección de Columna y Capitel



En estas figuras se puede observar tanto la protección de la columna como el capitel en la parte superior del corte transversal en planta, así como también se observa el corte en elevación de estos elementos, en los cuales se aprecia la cantidad de refuerzo y los ductos del postensado.

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

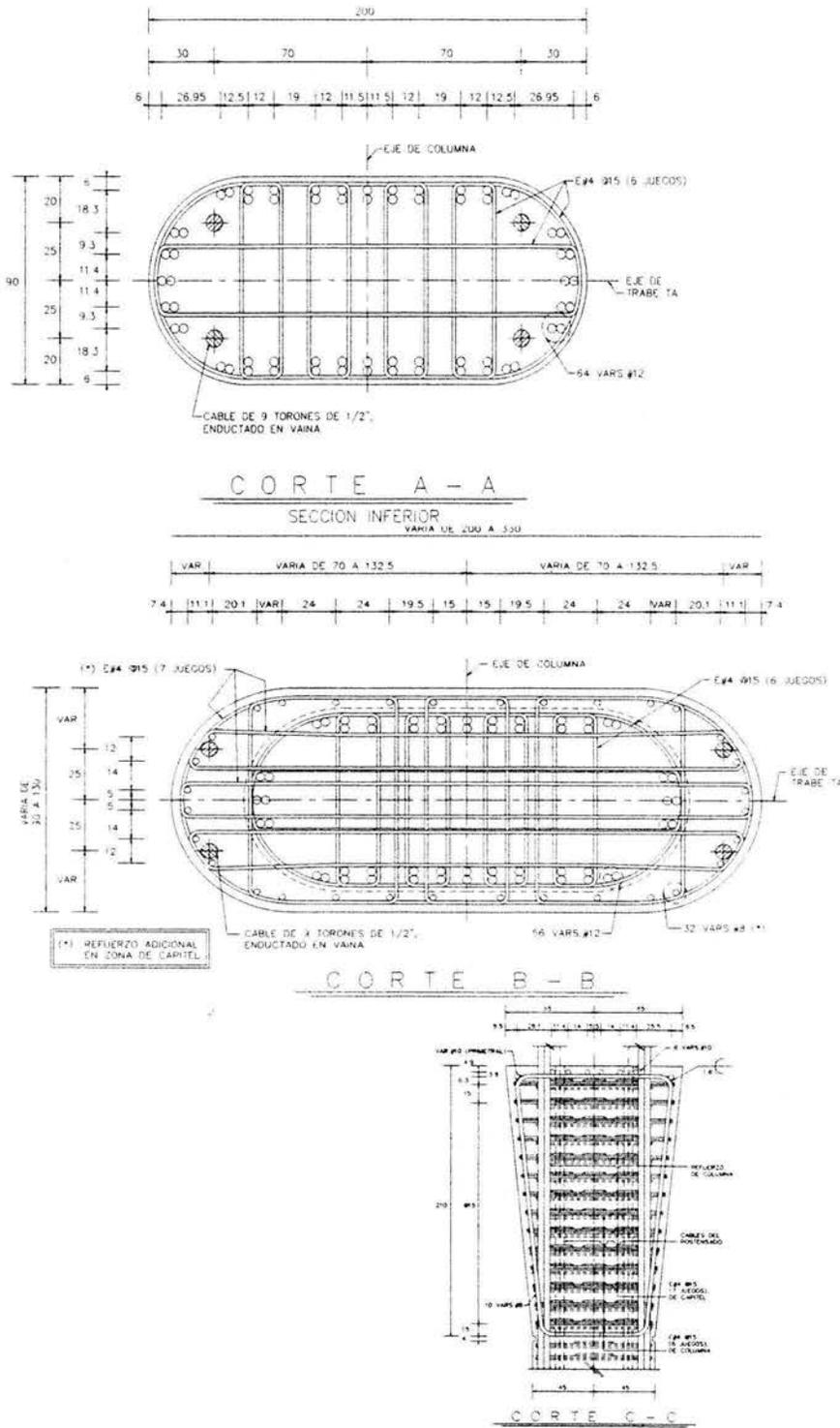
Figura 4.3.2.3.3 Anclaje de cables



En estas figuras se puede observar como están anclados los cables del postensado, que son los que proporcionan la fuerza para sostener y mantener en equilibrio las traves de apoyo.

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

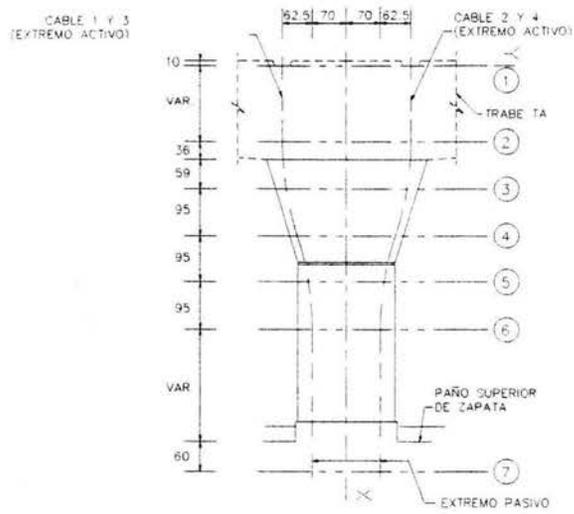
Figura 4.3.2.3.4 Cortes de columnas



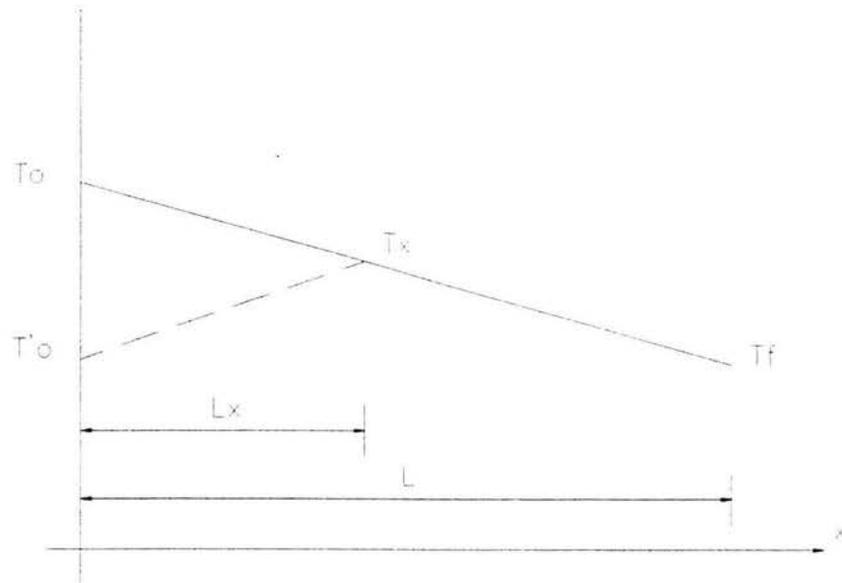
Cortes transversales de las columnas en la parte inferior y superior en las cuales se observa geometría y distribución de acero de refuerzo.

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Figura 4.3.2.3.5 Trazo de cables de preesfuerzo.



TRAZO DE CABLES DE PRESFUERZO



Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Figura 4.3.2.3.6 Tablas que contienen datos geométricos para los cables de presfuerzo.

CONCEPTO	UNIDAD	CABLES 1, 2, 3, 4			
		COLUMNA C-3	COLUMNA C-4	COLUMNA C-5	COLUMNA C-6
Lx	CM	0.00	0.00	0.00	0.00
L	CM	906.54	932.54	1011.54	766.54
P _o	TON	167.58	167.58	167.58	167.58
T _o	TON	117.31	117.31	117.31	117.31
T' _o	TON	117.31	117.31	117.31	117.31
T _x	TON	117.31	117.31	117.31	117.31
T _f	TON	104.14	103.97	103.48	105.01

	CABLES 1, 2, 3, 4				NOMENCLATURA
	COLUMNA C-3	COLUMNA C-4	COLUMNA C-5	COLUMNA C-6	
P _o	1.00	1.00	1.00	1.00	TENSION ULTIMA /CABLE
T _o	0.70	0.70	0.70	0.70	TENSION DE TENSADO /CABLE
T' _o	0.70	0.70	0.70	0.70	TENSION AL ANCLAR /CABLE
T _x	0.70	0.70	0.70	0.70	TENSION MAXIMA AL ANCLAR /CABLE
T _f	0.62	0.62	0.62	0.63	TENSION EN EL EXTREMO PASIVO AL ANCLAR Y TENSAR /CABLE

DIAGRAMA DE TENSADO

PARA CABLES 1, 2, 3, 4

DATOS GEOMETRICOS DE CABLES DE PRESFUERZO								
SECCION	CABLE 1		CABLE 2		CABLE 3		CABLE 4	
	Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z
1	-132.5	-25.0	132.5	25.0	132.5	-25.0	-132.5	25.0
2	-132.5	-25.0	132.5	25.0	132.5	-25.0	-132.5	25.0
3	-124.5	-25.0	124.5	25.0	124.5	-25.0	-124.5	25.0
4	-101.3	-25.0	101.3	25.0	101.3	-25.0	-101.3	25.0
5	-78.0	-25.0	78.0	25.0	78.0	-25.0	-78.0	25.0
6	-70.0	-25.0	70.0	25.0	70.0	-25.0	-70.0	25.0
7	-70.0	-25.0	70.0	25.0	70.0	-25.0	-70.0	25.0

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

4.3.3. ESTRIBO DEL PUENTE.

Se conoce con el nombre de estribo a aquella parte de la subestructura de un puente, situada en los extremos del mismo, usada con el doble propósito de transferir las cargas de un tramo de la superestructura al terreno, y el de soportar el empuje lateral del terraplén situado en su parte posterior. Los estribos son, por lo tanto, una combinación de pila y muro de retención.

En la elección del tipo de estribo, influye el costo de mano de obra, materiales y la rapidez de la construcción.

En las figuras 4.3.3.1, 4.3.3.2 y 4.3.3.3 se muestra el estribo y sus partes que lo constituyen. Las cargas que se deben de considerar para su estabilidad son: carga de la superestructura incluidas cargas permanentes y móviles, fuerzas de frenaje, viento y empuje de tierras. Los materiales más empleados en la construcción de estribos de puente son el concreto y la mampostería. De estos dos el concreto es el más empleado hoy en día.

En cuanto a su forma hay con aleros en forma de "U", tipo cajón, etc.

Como se puede ver en la figura 4.3.3.4 los aleros forman un ángulo de 90 grados. En puentes construidos para salvar corrientes es recomendable hacer los aleros con un ángulo respecto al eje del camino, con objeto de evitar que el terraplén caiga y obstruya en parte el paso de la corriente.

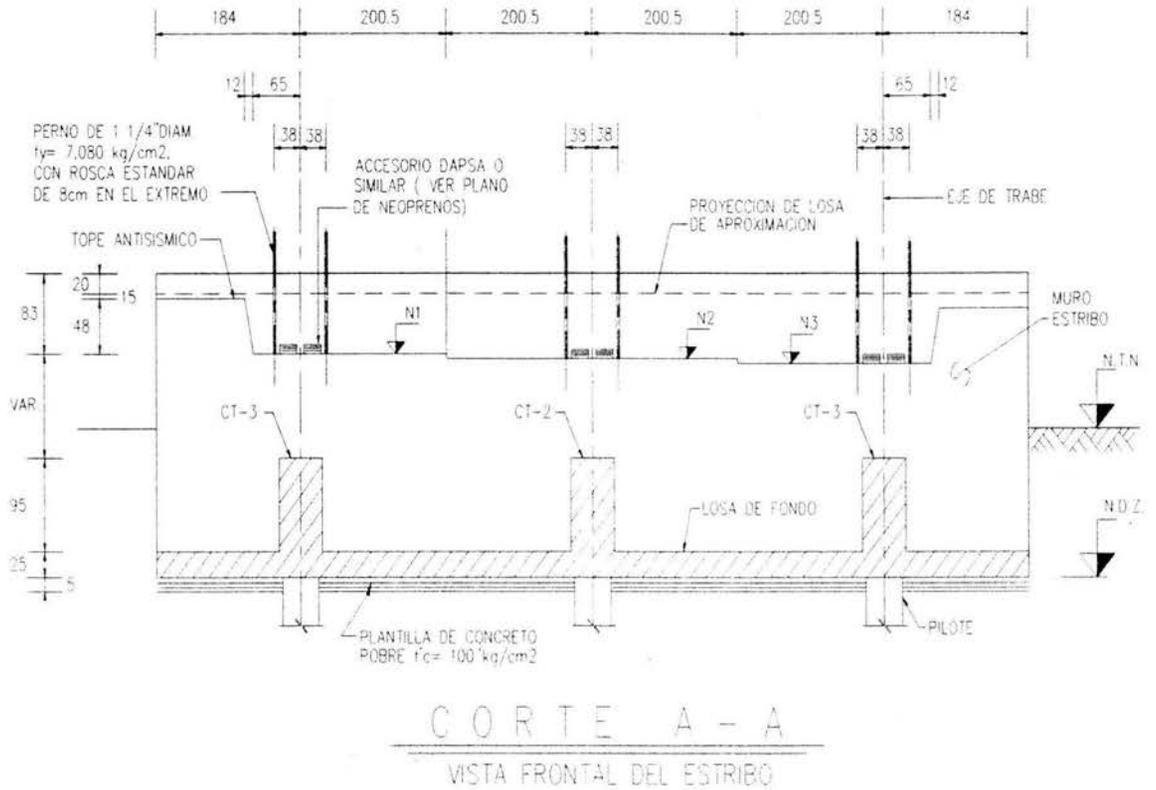
Los estribos en "U" es una forma especial de los estribos ya antes citados, pues en este tipo de estribos los aleros forman ángulos de 90 grados con la normal del eje del camino. Los aleros así colocados sirven como contrafuertes si el ancho del puente no es muy grande. Su uso es apropiado en los pasos a desnivel en los cuales haya que elevar la rasante del camino, obteniéndose así un ahorro de relleno. Los estribos en cajón no son más que un cajón invertido cerrado por arriba y abierto por abajo, y en el cual la pared frontal sólo recibe las cargas de la superestructura y la pared posterior el empuje de las tierras, que es pequeño debido a la poca altura de esta pared. Con este tipo de estribos se eliminan los rellenos y con ello los muros de contención para soportar su empuje.

El estribo de esta estructura se desplanta sobre un sistema de pilotes ya que el terreno es de muy baja capacidad en sus estratos superiores, por lo que fue necesario al igual que en la cimentación de las columnas utilizar pilotes de fricción para soportar las cargas que transmite la superestructura al estribo.

En la figura 4.3.3.5 en la que se ubica la planta general de este estribo se observa la proyección de los pilotes, así como también las dimensiones de la zapata de los muros.

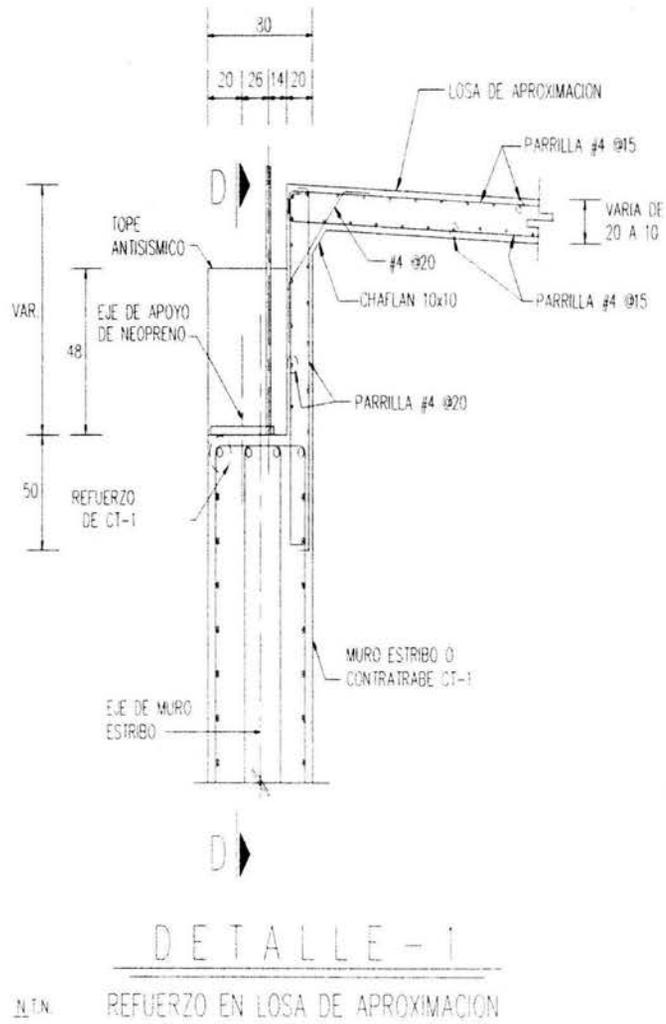
Las pantallas de los muros tienen acero de refuerzo del # 4 en la cara que trabaja a tensión y también cuenta con acero para evitar el agrietamiento por temperatura en ambas caras.

Figura 4.3.3.1 Vista frontal del estribo, detalles del apoyo y conexión de las traves tipo cajón.



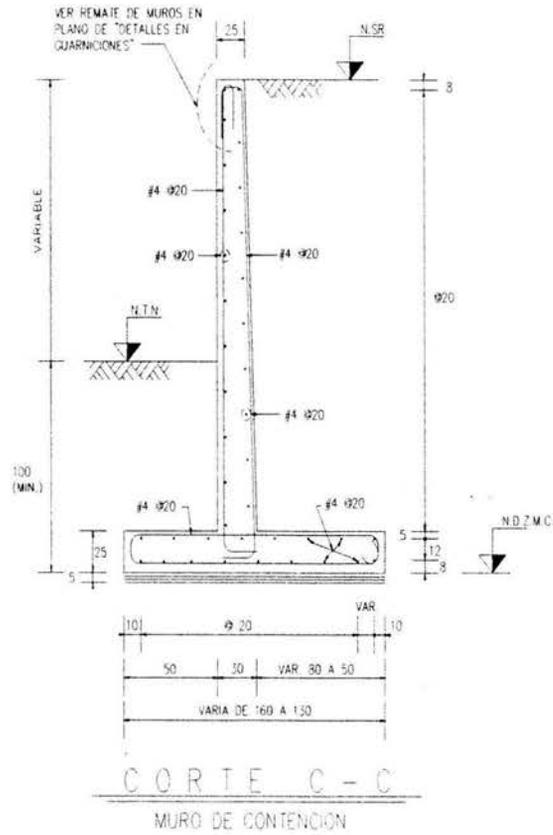
Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Figura 4.3.3.2 Detalles de estribo, pernos de conexión, tope sísmico y losa de aproximación.



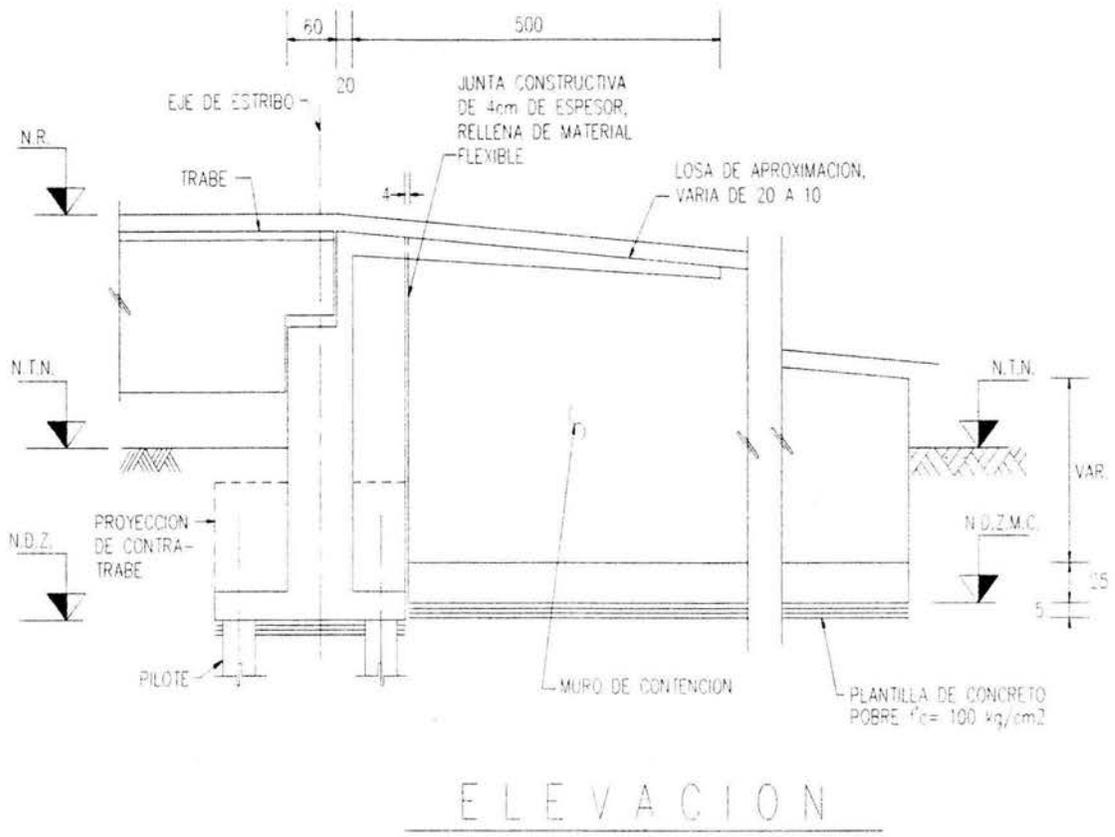
Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Figura 4.3.3.3 Detalle estructural del muro de contención.



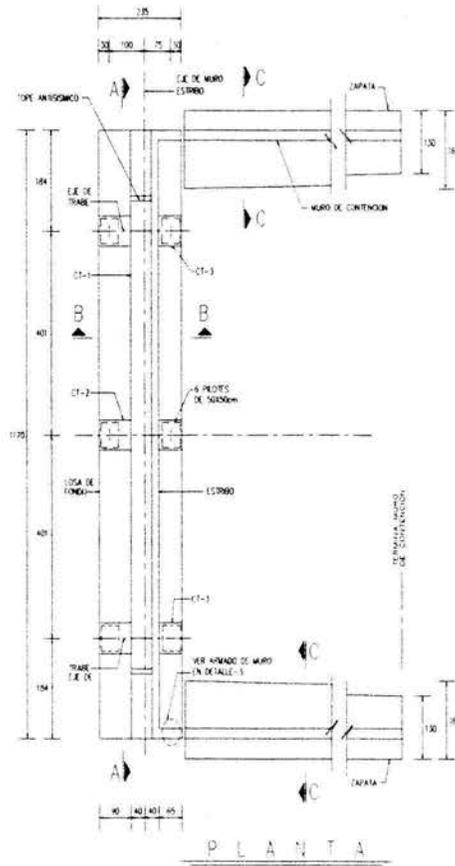
Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Figura 4.3.3.4 Elevación del muro de contención, perfil del estribo y conexión de trabe tipo cajón con estribo



Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Figura 4.3.3.5 Planta de cimentación de estribo y muros de contención.



Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

El estribo cuenta con un tope antisísmico para evitar que las traveses puedan llegar a salirse de su eje en los apoyos centrales. Este tope también está reforzado con acero. En las figuras 4.3.3.6, 4.3.3.7, 4.3.3.8, 4.3.3.9 y 4.3.3.10 se observan detalles de geometría y refuerzo.

4.3.4. APOYOS DE NEOPRENO.

El neopreno actualmente se usa para apoyos de puentes, tanto en este país como en el extranjero por dos razones importantes. Tiene las propiedades físicas que se requieren y es altamente resistente al deterioro del intemperismo y al paso del tiempo.

1. Resistencia

La resistencia del neopreno a la compresión es más que suficiente para soportar cargas de puentes. El apoyo de neopreno puede soportar cargas a la compresión hasta de 70 kg/cm^2 , que es un valor tan alto como el que los ingenieros desearían para cargar cualquier concreto en un caso semejante.

La deformación plástica por compresión no es excesiva siendo solamente de 0.08 a 0.16 cm por cm de espesor de apoyo cuando está adecuadamente fabricado y proyectado. Además la deformación plástica tiene lugar en los primeros 10 días de carga, de tal manera que el asentamiento después de que la superficie de rodamiento definitiva se ha colocado, casi no es de notarse.

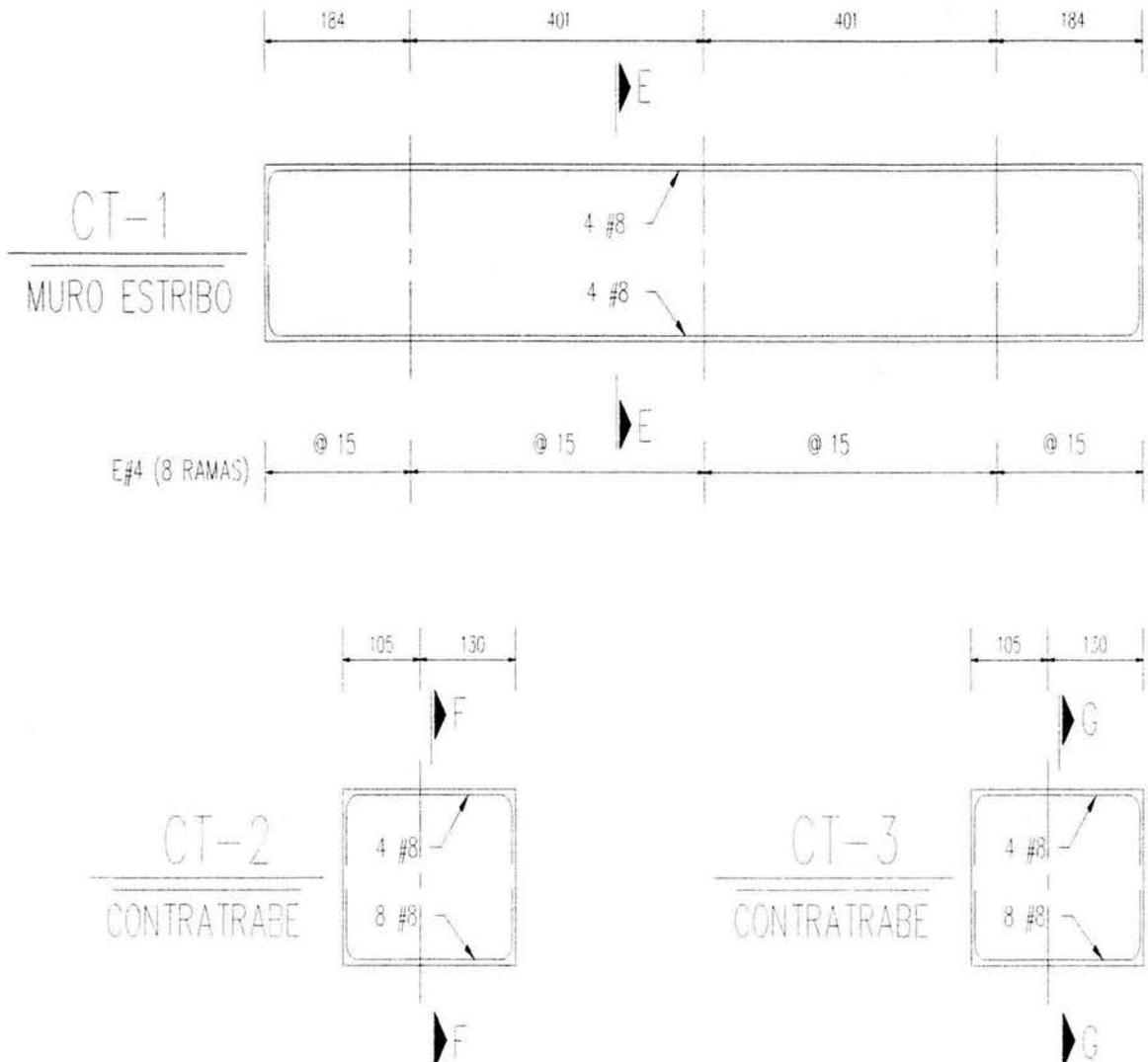
2. Durabilidad

En estas dos propiedades físicas, resistencia a la compresión y por ciento de deformación plástica el neopreno no es ni mejor ni peor que el hule natural y que algunos otros hules sintéticos. En su resistencia al deterioro el neopreno es marcadamente superior al hule natural y a cualquier otro hule sintético y que pudiera satisfacer los requisitos físicos de las placas de apoyo para puente.

4.3.4.1. LIMITACIÓN EN LA DEFORMACIÓN A LA COMPRESIÓN.

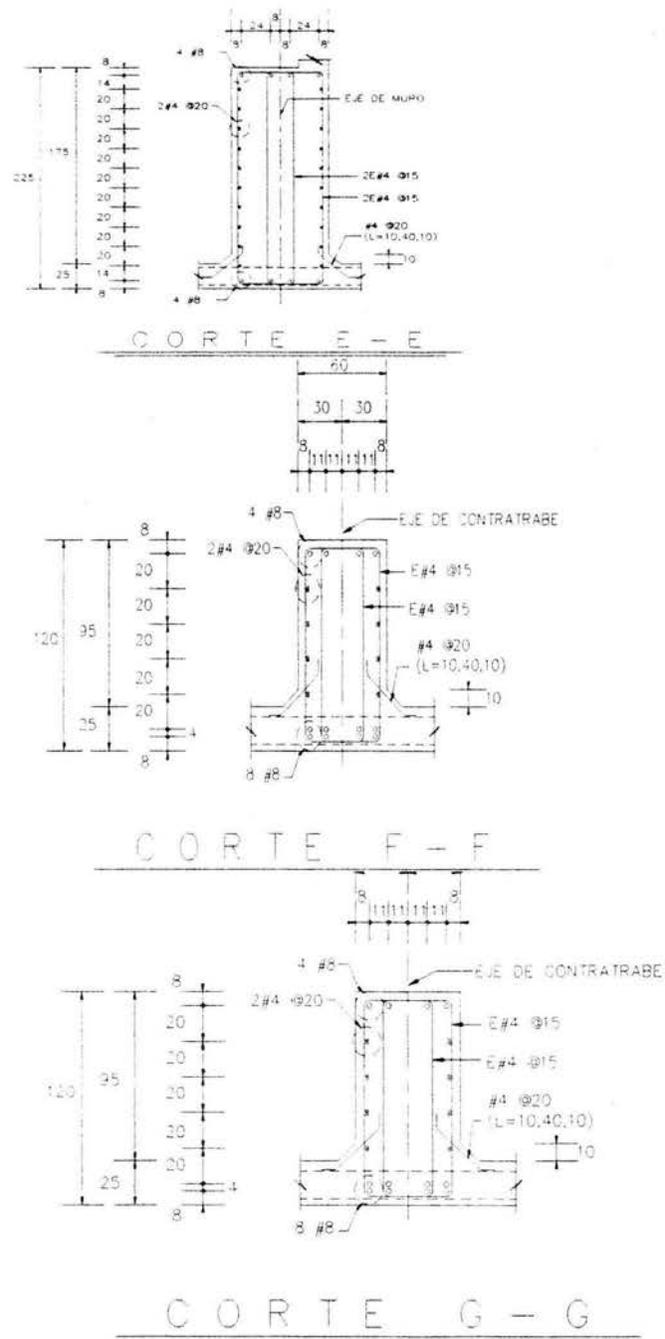
Cuando un apoyo de neopreno se somete a la acción de una carga se deforma verticalmente. La deformación vertical no debe exceder del 15 % del espesor antes de ser comprimido el apoyo. Cuando la deformación en compresión es mayor que el 15 % se producen esfuerzos internos dentro del hule que aceleran la rapidez de la deformación plástica y aceleran la rapidez del agrietamiento debido al intemperismo, en las partes salientes laterales de una placa. Se admite que algunos ingenieros han propuesto limitar la carga de compresión señalando un límite a los esfuerzos de compresión; algunos limitarían el esfuerzo a 500 lb/in^2 en compresión y otros a 800 lb/in^2 .

Figura 4.3.4.1 Detalles de geometría y refuerzo de acero en contratraveses de la cimentación de los estribos del puente.



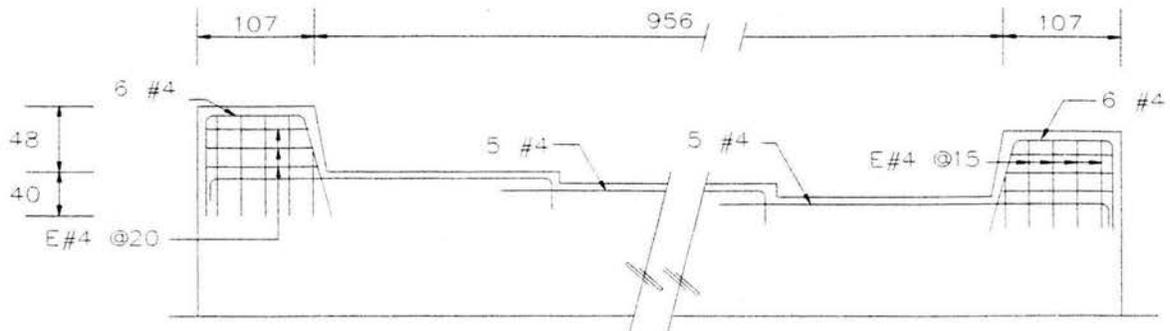
Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Figura 4.3.4.2 Detalles de los cortes de la figura anterior



Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

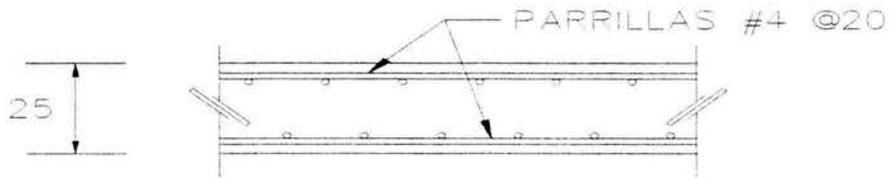
Figura 4.3.4.3 Refuerzo de acero en losa de fondo (cimentación).



C O R T E D - D

REFUERZO DE TOPE ANTISISMICO

REFUERZO DE ACERO EN TOPOE ANTISÍSMICO. FIGURA 4.3.3.8

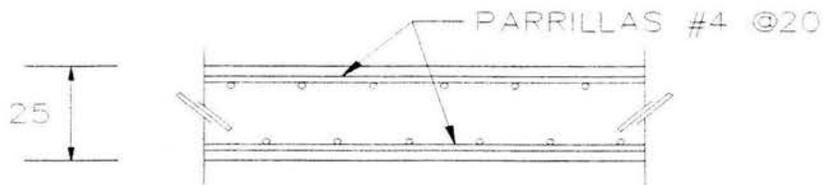


D E T A L L E - 3

REFUERZO DE MURO

EFUERZO DE ACERO EN MURO DE CONTENCIÓN. FIGURA 4.3.3.9

R



D E T A L L E - 2

REFUERZO DE LOSA

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

4.3.4.2. FACTOR DE FORMA.

La relación esfuerzo - deformación en el hule si depende de la forma de la pieza cuando el esfuerzo es de compresión, pero no cuando se trata de esfuerzo cortante o tensión. La influencia de la forma se puede expresar numéricamente como el "factor de forma". Este valor se define como la relación del área de una superficie cargada entre el área de todas las superficies no cargadas que son libres de deformarse lateralmente:

$$\text{Factor de forma} = \frac{\text{Área de una superficie cargada}}{\text{Área total libre para deformarse lateralmente}}$$

$$\text{Factor de forma} = \frac{(\text{Longitud de apoyo en, in})(\text{Ancho del apoyo en, in})}{2(\text{long. Del apoyo} + \text{ancho, in})(\text{espesor del apoyo, in})}$$

4.3.4.3. DEFORMACIÓN AL ESFUERZO CORTANTE.

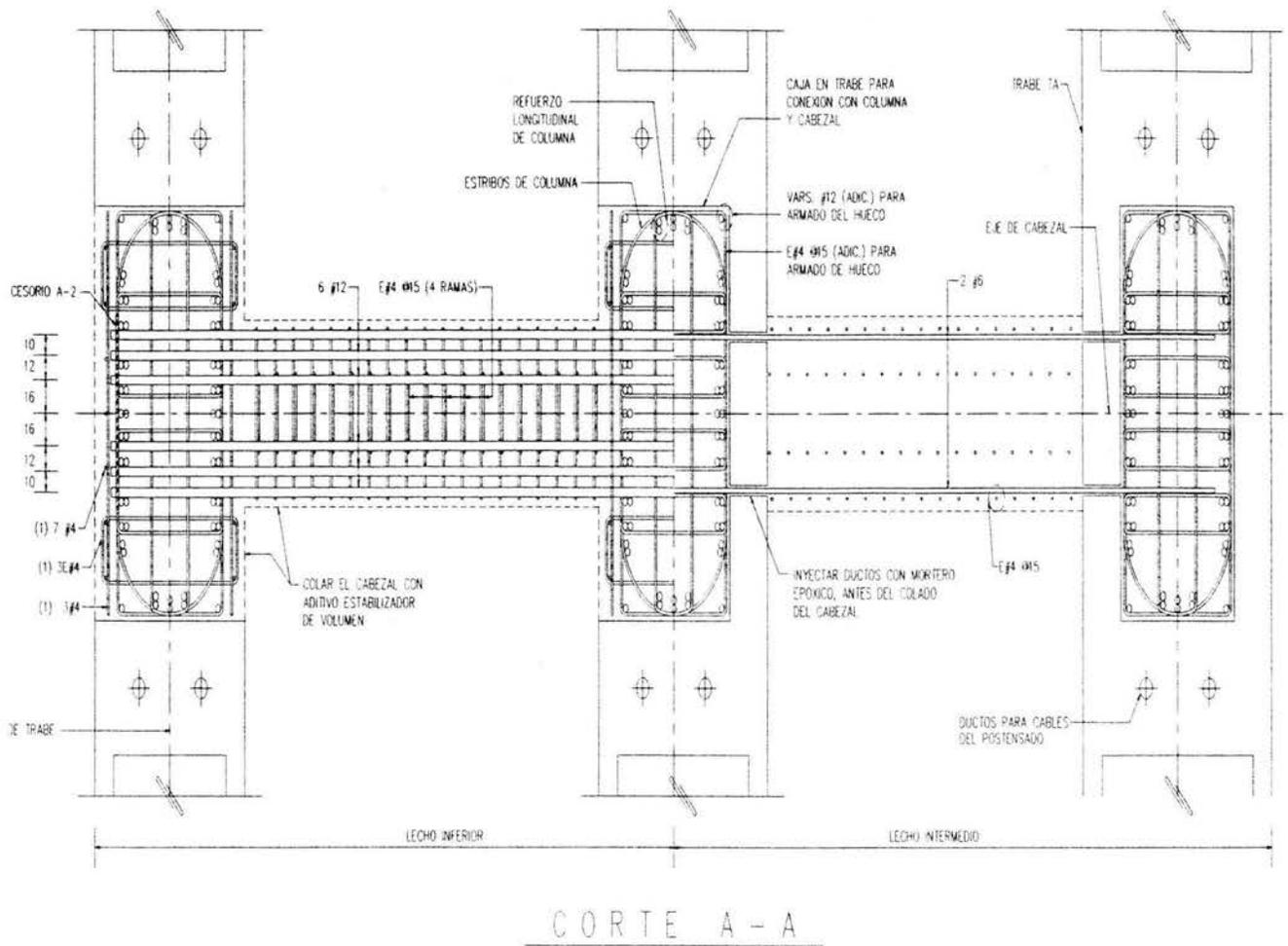
Esa deformación al esfuerzo cortante no debe sobrepasar el valor de 50%. Sin embargo se sabe que cuando se aumenta el espesor, aumenta la deformación a la compresión. El uso de láminas insertadas para hacer un apoyo de capas múltiples proporciona un medio para aumentar el espesor de hule en el apoyo, consiguiendo así una reducción de la rigidez del apoyo en esfuerzo cortante, sin la reducción de su rigidez a la compresión.

4.3.5. JUNTAS Y CONEXIONES.

Para que la construcción de puentes tenga éxito es esencial tener juntas detalladas y ejecutadas adecuadamente. Estas deben de detallarse de modo que satisfagan los requisitos de diseño para la transmisión del aplastamiento, cortante y momento flexionante, además deben ser prácticas en su construcción e inspección bajo las condiciones reales del lugar de la obra.

En las traveses con extremos escalonados, así como en la construcción de claros en voladizo, se desarrollan altos esfuerzos debido a la combinación de los esfuerzos de apoyo directo y de anclaje, se recomienda utilizar estribos colocados a separaciones cortas y colocar el anclaje de los tendones lo más bajo posible. En las figuras 4.3.5.1, 4.3.5.2, 4.3.5.3 y 4.3.5.4 se observan estos detalles.

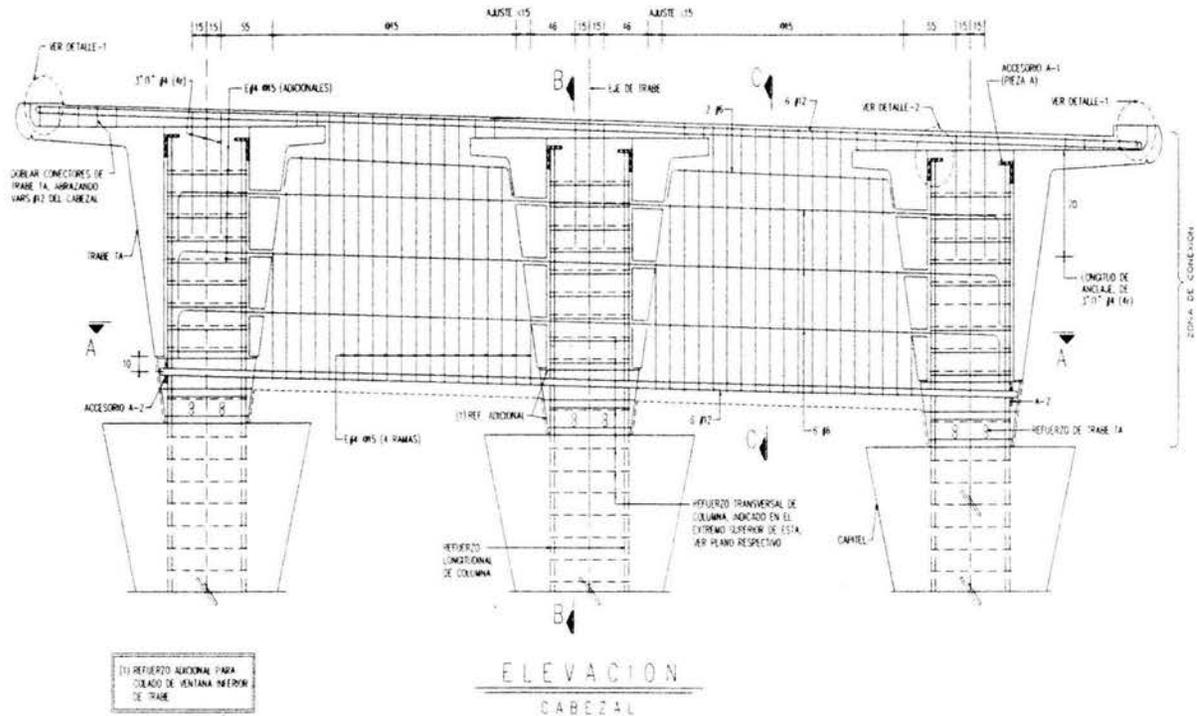
Figura 4.3.5.1 Cabezales (corte)



Corte en planta de uno de los cabezales que forman parte del puente en estudio, en el cual se puede apreciar el armado del lecho inferior y lecho intermedio, así como el armado de la columna y capitel.

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

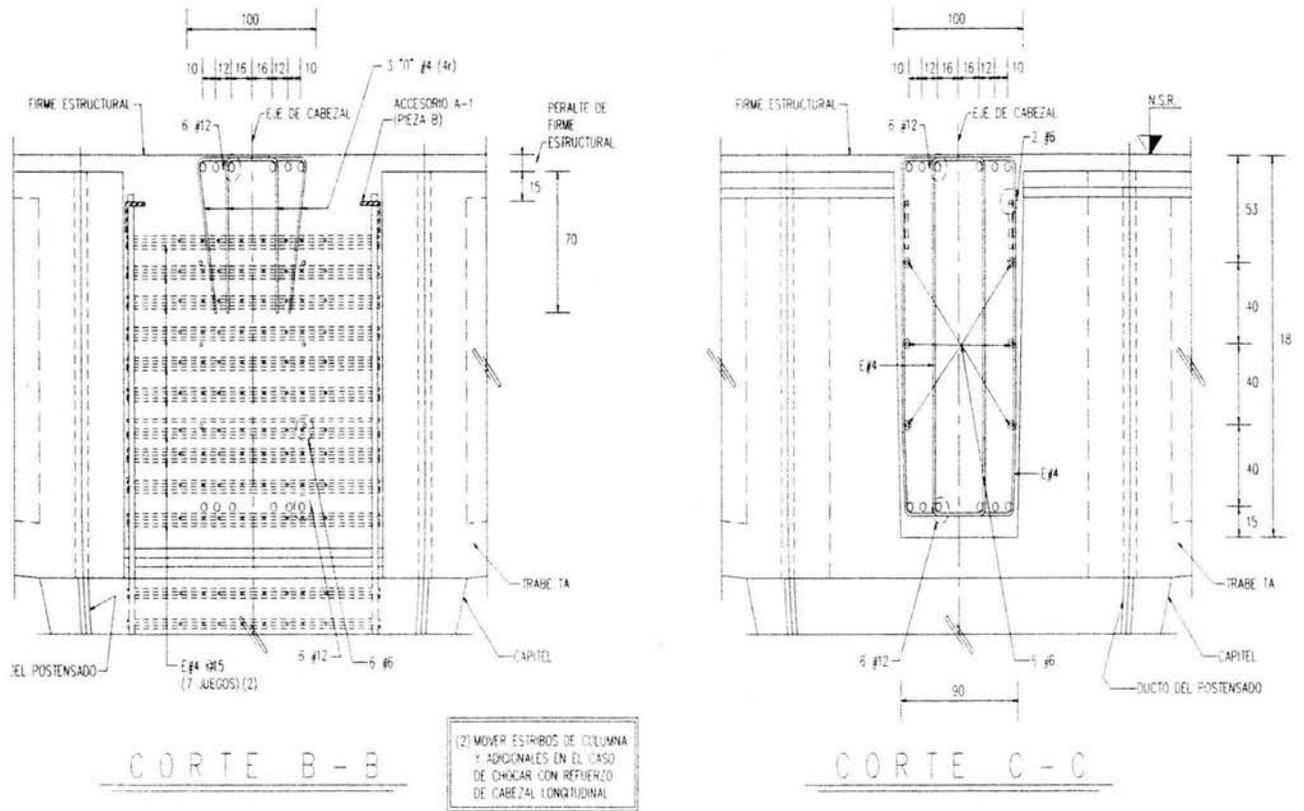
Figura 4.3.5.2 Cabezales (elevación)



Elevación del cabezal en el cual se puede observar el refuerzo de acero, así como los accesorios que sirven de refuerzo para las conexiones de columnas y traves tipo cajón.

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

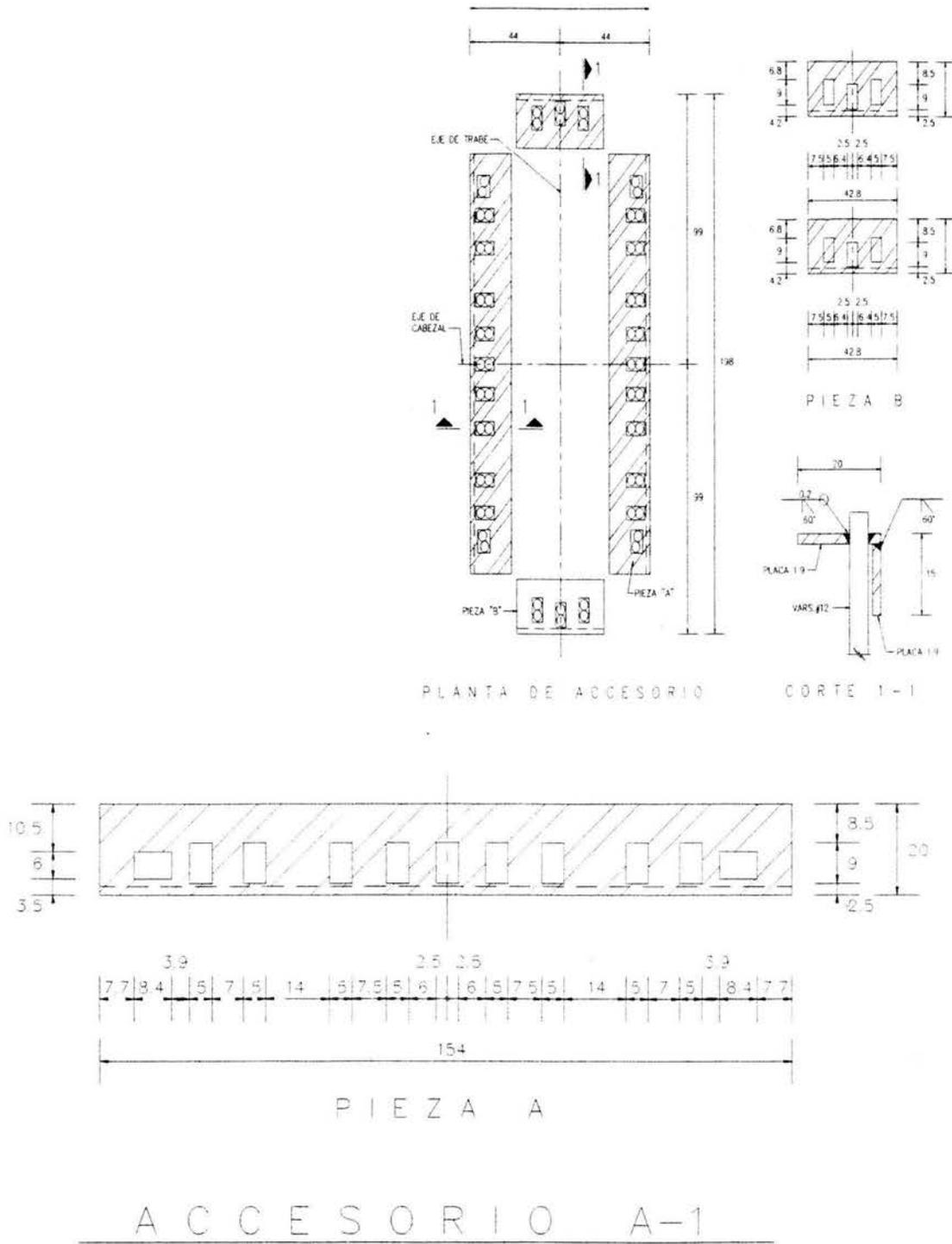
Figura 4.3.5.3 Detalle de refuerzo de trabe y columna



En estas figuras se puede apreciar en el corte B-B como está colocado el armado de refuerzo en la zona dónde se conecta la trabe y la columna, así mismo se aprecia en el corte C-C el armado de refuerzo del diafragma de esta estructura.

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

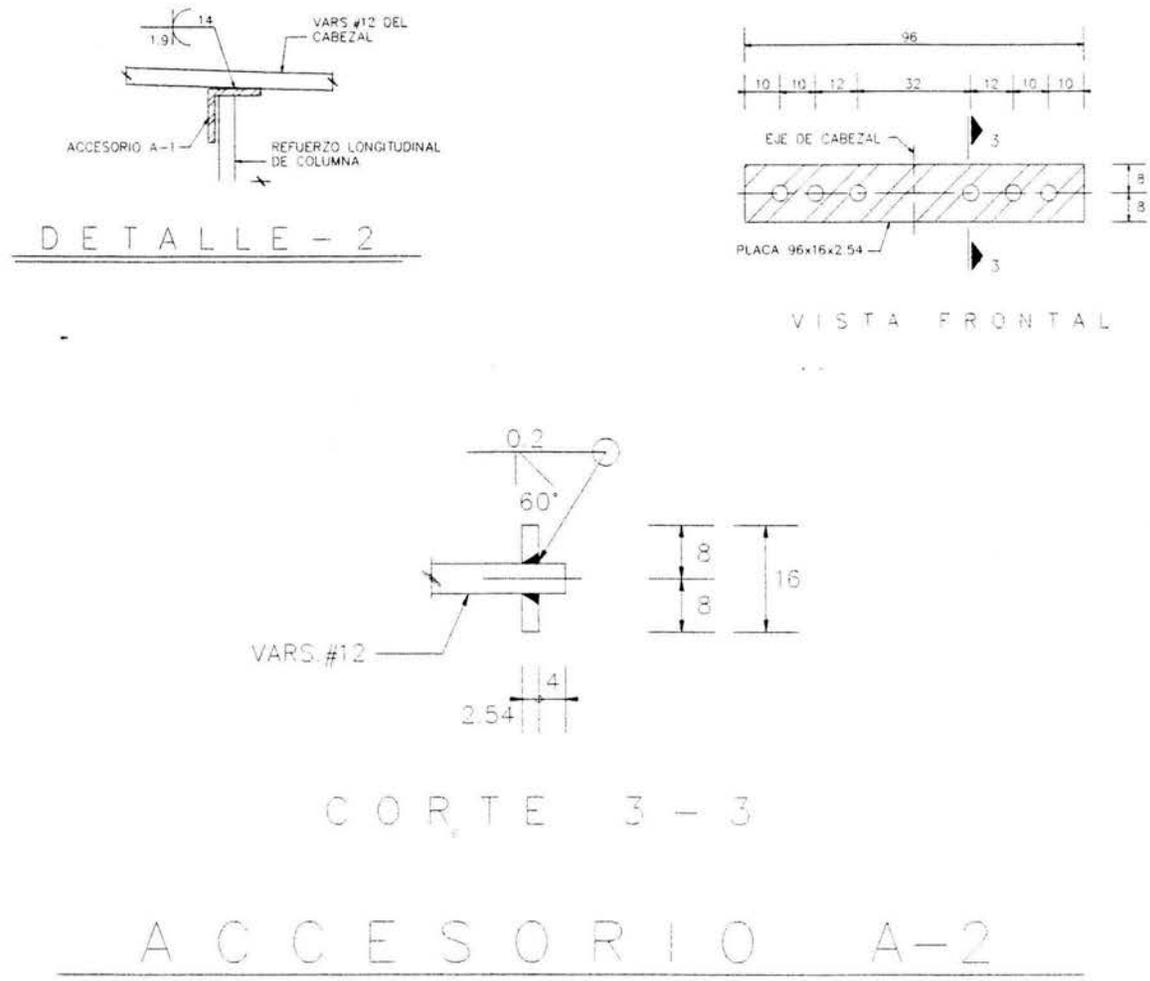
Figura 4.3.5.4 Accesorios de conexiones.



Accesorios que forman parte de las conexiones entre columnas, traveses y diafragmas, tienen la función de incrementar la resistencia en zonas de alto esfuerzo.

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Figura 4.3.5.5 Accesorios de conexiones (detalle).



Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Por lo general las juntas son visibles, y por consiguiente, modificarán la apariencia del puente, a menudo pueden usarse juntas bien diseñadas y construidas, y dejarlas aparentes para realzar el acabado de la estructura.

Las cargas por fatiga deben de considerarse en todos los diseños de juntas, sobre todo en empalmes soldados del acero estructural. Los empalmes de los tendones deben de comportarse satisfactoriamente bajo la acción de cargas cíclicas (de fatiga) según lo muestran las pruebas y garantías del fabricante.

Los detalles de las juntas de segmentos precolados sujetas a inversión de esfuerzos en cualquier sección, bajo la carga de diseño, deben establecer restricciones adecuadas para soportar el movimiento, si no se hace así, la junta debe detallarse de manera que se evite el golpeteo u otras condiciones de fatiga. (con soportes, placas de apoyo o juntas de expansión).

Las unidades precoladas pueden servir como cimbras parciales y también como apoyos para la cimbra del concreto colado en sitio.

Deben de tomarse en cuenta las diferentes etapas de carga, para evitar que los elementos precolados se sobre esfuercen mientras el concreto colado en sitio está todavía húmedo. El constructor debe de considerar el efecto de la contracción diferencial y de los distintos módulos de elasticidad.

El postenzado transversal se empleó para disminuir las flechas en las cubiertas del puente, especialmente en la zona de voladizos que soportan guarniciones pesadas.

4.4 CRITERIOS DE DISEÑO.

Para el diseño de este puente fue necesario cumplir con el reglamento de construcción para el distrito federal en los siguientes aspectos:

- a) Fuerzas que deben de cumplir las estructuras prefabricadas.
- b) Normas que debe de cumplir el concreto.
- c) Normas que se deben de cumplir para la colocación del acero y su recubrimiento.

4.4.1. NORMAS QUE DEBEN CUMPLIR LAS ESTRUCTURAS PREFABRICADAS.

Las estructuras prefabricadas se diseñaron con los mismos criterios empleados para las estructuras coladas en el lugar, teniendo en cuenta, además, las condiciones de carga que se presentan desde la fabricación inicial de los elementos hasta la terminación de la estructura, así como las condiciones de restricción que dan las conexiones.

Las conexiones se diseñarán de tal modo que el grado de restricción que proporcione esté de acuerdo con lo supuesto en el análisis de la estructura. La resistencia de una conexión a cada fuerza y momentos internos que deba de transmitir no será menor que 1.3 veces el valor de diseño de dicha acción interna.

Al detallar las conexiones deben preverse las tolerancias y holguras necesarias para la manufactura y el montaje.

4.4.2. ESTRUCTURAS PREFABRICADAS.

Las estructuras prefabricadas se diseñaron por sismo con un factor $Q=2$, sus conexiones cumplirán con los siguientes requisitos:

- a) La resistencia del concreto empleado en las conexiones entre elementos prefabricados deberá ser al menos igual a la mayor que tengan los elementos que se conectan.
- b) El acero de refuerzo localizado en las conexiones de los elementos prefabricados, requerido para transmitir esfuerzos de tensión o compresión deberá de ser de grado no mayor que el 42.
- c) En las conexiones se deberán colocar estribos de confinamiento (verticales y cerrados) en una cantidad tal que asegure la resistencia de la conexión.
- d) Las conexiones deberán ser capaces de transmitir todas las fuerzas y momentos que se presenten en los extremos de cada una de las piezas que unen, con un factor de incremento de 1.30.
- e) En las conexiones deberá asegurarse la transmisión adecuada de los esfuerzos de compresión.

4.4.3. NORMAS QUE DEBEN CUMPLIR LA COLOCACIÓN DEL ACERO.

RECUBRIMIENTO.

En elementos no expuestos a la intemperie, el recubrimiento libre de toda barra de refuerzo o tendón de preesfuerzo no será menor que su diámetro, ni menor que lo señalado a continuación:

En columnas y trabes	2.0 cm.
En losas	1.5 cm.
En cascarones	1.0 cm.

Si las barras forman paquetes, el recubrimiento libre no será menor que 1.5 veces el diámetro de la barra más gruesa del paquete.

En elementos estructurales colados contra el suelo, el recubrimiento libre mínimo, además de cumplir con los requisitos anteriores, será de 5 cm. si no cuenta con plantilla, y de 3 cm. si se utiliza plantilla.

En elementos prefabricados que no van a quedar expuestos a la intemperie, el recubrimiento libre del acero sin presforzar no será menor que 1.5 centímetros, ni que el diámetro de la barra o que 1.5 veces del diámetro de la barra más gruesa del paquete.

En elementos que van a quedar expuestos a la intemperie, se duplicaran los valores de los párrafos anteriores.

4.4.4. NORMAS QUE DEBEN CUMPLIR EL ACERO EN SU COLOCACIÓN.

ACERO DE REFUERZO.

La separación libre entre barras paralelas (excepto en columnas y entre capas de barras de vigas) no será menor que el diámetro nominal de la barra, ni que 1.5 veces el tamaño máximo del agregado.

Cuando el refuerzo en vigas esté colocado en dos o más capas, la distancia vertical libre entre las capas será mayor que el diámetro de las barras, ni menor que 2 cm. Las barras de las capas superiores se colocarán de modo que no se menoscabe la eficiencia del colado.

En columnas, la distancia libre entre barras longitudinales será mayor que 1.5 veces el diámetro de la barra, 1.5 veces el tamaño máximo del agregado, ni menor que 4 cm.

ACERO DE PREESFUERZO.

La separación libre entre tendones para pretensado en los extremos del miembro no debe de ser menor de 4 db para alambres, ni de 3 db para torones. En la zona central del claro, se permite una separación vertical menor y hacer paquetes de torones.

PAQUETES DE BARRAS.

Las barras longitudinales pueden agruparse formando paquetes con un máximo de dos barras cada uno en columnas y de tres en vigas.

La sección donde se corte una barra de un paquete en el claro de una viga no distará de la sección de corte de otra barra de 40 veces el diámetro de la barra más gruesa de las dos.

UNIONES DE BARRAS.

Las barras de refuerzo pueden unirse mediante traslapes o estableciendo continuidad por medio de soldadura o dispositivos mecánicos. Las especificaciones y detalles dimensionales de las uniones deben mostrarse en los planos. Toda unión de soldada o con dispositivo mecánico debe de ser capaz de transferir por lo menos 1.25 veces la fuerza de fluencia de tensión de las barras, sin necesidad de exceder la resistencia máxima de ésta.

REFUERZO POR CAMBIOS DE TEMPERATURA.

En toda dirección en que el dimensionamiento de un elemento estructural sea mayor que 1.5 centímetros, el área de refuerzo que se suministre no será menor que:

$$A_s = 660 X_1/y(X_1-100)$$

Donde:

A_s área transversal del refuerzo colocado en la dirección que se considera, por unidad de ancho de la pieza (cm²/cm).

X₁ dimensión mínima del miembro medida perpendicularmente al refuerzo (cm).

Si X₁ no excede de 15 centímetros, el refuerzo puede colocarse en una sola capa. Si X₁ es mayor que 15 cm. el refuerzo se colocará en dos capas próximas a las caras del elemento.

En elementos estructurales expuestos directamente a la intemperie o en contacto con el terreno, el refuerzo no será menor de 1.5 A_s.

La separación del refuerzo por cambios volumétricos no excederá de 50 cm. y tampoco de 3.5 X₁.

4.4.5. CONCRETO PRESFORZADO.

Las disposiciones que no contradigan a los requisitos de este capítulo serán aplicables al concreto presforzado y parcialmente presforzado. Cabe señalar que en la fabricación de los elementos de esta estructura se uso concreto clase I.

4.4.5.1. PREESFUERZO PARCIAL Y PREESFUERZO TOTAL.

Los elementos prefabricados de esta estructura se consideran parcialmente presforzados ya que contiene refuerzo longitudinal presforzado y ordinario para resistir el momento flexionante que actúa en ella.

Se podrá suponer que una sección tiene preesfuerzo total, si su índice de preesfuerzo, I_p , está comprendido entre 0.9 y 1.0 incluyendo los valores extremos. Si el índice de preesfuerzo es menor que 0.9 pero mayor que 0.6 o igual se podrá suponer que la sección tiene preesfuerzo parcial. Si el índice de preesfuerzo es menor que 0.6, se podrá suponer que la sección no tiene preesfuerzo.

El índice de preesfuerzo se define como la relación siguiente:

$$I_p = M_{RP} / (M_{Rr} + M_{Rp})$$

M_{RP} momento suministrado por el acero de preesfuerzo

M_{Rr} momento suministrado por el acero de refuerzo

Por sencillez, el índice de preesfuerzo podrá valuarse con la expresión siguiente:

$$I_p = (A_{sp} * f_{sp}) / (A_{sp} * f_{sp} + A_s * f_y)$$

Donde

A_{sp} área de acero de preesfuerzo

A_s área de acero ordinario a tensión

f_{sp} esfuerzo en el acero presforzado cuando se alcanza la resistencia

f_y esfuerzo de fluencia del acero ordinario

4.4.5.2. REVISIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE DE FALLA.

4.4.5.2.1. FLEXIÓN Y FLEXOCOMPRESIÓN.

La resistencia a flexión o flexocompresión de elementos presforzados y parcialmente presforzados se calculó con base en las condiciones de equilibrio y tomando en cuenta la deformación inicial del acero debido al preesfuerzo.

4.4.5.2.2. ESFUERZO EN EL ACERO DE PREESFUERZO EN ELEMENTOS A FLEXIÓN.

En elementos total y parcialmente presforzados el esfuerzo en el acero de preesfuerzo f_{sp} cuando se alcanza la resistencia deberá valuarse como dice el párrafo anterior, es decir, a partir del equilibrio y las hipótesis generales.

Sin embargo, cuando la resistencia del concreto f_c no es mayor que 350 kg/cm^2 y el preesfuerzo efectivo f_{se} no es menor que la mitad del refuerzo resistente f_{sr} del acero de preesfuerzo, el esfuerzo f_{ps} puede calcularse con las siguientes expresiones:

Secciones con preesfuerzo total:

$$F_{ps} = f_{sr} [1 - 0.5 ((P_p (f_{sr}/f'_c) - q'))]$$

Secciones con preesfuerzo parcial:

$$F_{ps} = f_{sr} [1 - 0.5 ((P_p (f_{sr}/f'_c) + q - q'))]$$

Las cantidades

$$((P_p (f_{sr}/f'_c) - q')) \text{ y } ((P_p (f_{sr}/f'_c) + q - q'))$$

No se tomarán menores que 0.17 y d' no se supondrá mayor que 0.15 d_p en las expresiones anteriores.

P_p cuantía de acero presforzado

d_p distancia entre la fibra extrema a compresión y el centroide del acero presforzado.

4.5 FABRICACION Y TRANSPORTE.

4.5.1. FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS POSTENSADAS.

En el postensado los torones se instalan flojos, por lo regular, envueltos con una funda o ducto. Se permite que el concreto endurezca alrededor de los ductos y los mecanismos de anclaje del torón. Cuando el concreto ha alcanzado la resistencia suficiente, el torón se ancla en un extremo y se estira en el otro, tirando contra el concreto. Cuando se observa que la fuerza de tensión calibrada es suficiente, el extremo estirado del torón se asegura en el mecanismo de anclaje, se inyecta lechada de cemento a presión para adherir el torón dentro del ducto y se libera la tensión.

El postensado, por lo regular se utiliza en elementos colados en la obra, puesto que no es necesario que los moldes resistan las fuerzas de tensión. Sin embargo, también pueden utilizarse en elementos precolados cuando las fuerzas de tensión son considerables y/o se desea un mejor control de la fuerza existente.

Hasta que se inyecta la lechada de cemento dentro de los ductos, los torones se pueden volver a tensar, repetidamente hasta lograr una condición de mayor estiramiento. En algunos casos esto se hace a medida que prosigue la construcción, permitiendo que la estructura se ajuste a las condiciones cambiantes de la carga.

El postensado, por lo regular, es más difícil y más costoso, sin embargo, existen algunas situaciones donde es la única opción para lograr la estructura postensada

4.5.2. MANEJO Y TRANSPORTE.

La construcción de concreto, por lo general, incluye elementos precolados pesados. Las unidades precoladas por lo regular, son de tamaño considerable y su combinación presenta un problema importante al manipular y transportar las pesadas y frágiles unidades. Los esfuerzos inducidos durante el manejo y montaje de las unidades pueden ser cuestiones significativas del diseño estructural. El uso de unidades coladas en taller, por lo general, es factible sólo a una distancia razonable del taller.

4.6 NORMAS Y ESPECIFICACIONES GENERALES.

Las especificaciones que se utilizaron en este puente para el diseño de la superestructura son las de la ASOCIACION AMERICANA DE CAMINOS ESTATALES TRANSPORTES OFICIALES (A.A.S.H.T.O.).

Se proporcionan esas recomendaciones porque son las que hasta ahora se han adoptado en la mayor parte de los diseños que se hacen en nuestro país; pero no habrá especificaciones que puedan suplir los conocimientos fundamentales del diseñador en estabilidad, resistencia de materiales; etc., ni mucho menos que puedan suplir la falta de criterio. Conviene conocer las especificaciones para servirse de ellas, como ayuda, pero no esclavizarse de ellas.

4.6.1. CARGAS Y ACCIONES QUE SE CONSIDERAN PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.

- Cargas permanentes
- Carga móvil
- Sismo
- Viento
- Impacto o efecto dinámico

Otras cargas, que pueden ser fuerzas longitudinales, fuerza centrífuga, fuerzas térmicas, empuje de tierras, supresión, y esfuerzos de montaje.

4.6.1.1. CARGAS PERMANENTES.

Son aquellas que permanentemente gravitan sobre los apoyos de la subestructura, tales como: peso del parapeto, guarniciones, banquetas, losa de piso, asfalto, trabes, diafragmas.

4.6.1.2. CARGAS MÓVILES.

Todas las cargas móviles para el diseño de este puente consisten en vehículos tipo o en cargas equivalentes.

Cargas móviles tipo "H" y "HS"

Estas cargas tienen indicaciones numéricas después de las letras.

Cargas tipo "H" consisten en un camión de dos ejes o en unas cargas equivalentes. El número que le sigue a esta letra es el peso, en toneladas norteamericanas, del camión motor.

Cargas tipo "HS", consisten en un camión semi-remolque o en unas cargas equivalentes. La letra "S" y el número expresan el peso total del semi-remolque, en toneladas norteamericanas. En la tabla 4.6.1 se muestran las cargas tipo para puentes.

Tabla 4.6.1 CARGAS TIPO PARA PUENTES

CARGA TIPO	CARGAS EQUIVALENTES			ANCHO DE LAS LLANTAS (Ruedas pesadas "a")(cm)	CONSIDERESE EL CAMIÓN HASTA UN CLARO (Lib. Apoy.)	
	UNIFORME Ton/m	Concentrada			Para momento (m)	Para fuerza Cortante (m)
		Momento Tonelada	Fza. Cort. (t)			
H-15	0.714	6.13	8.85	38	17	10
H-20	0.952	8.17	11.81	51	17	10
HS-15	0.714	6.13	8.85	38	43	37
HS-20	0.952	8.17	11.81	51	43	37

Fuente: Elaboración Propia

a) Cargas móviles tipo T3-S3 y T3-S2-R4

1. Camión tipo T3-S3, con un peso total de 46,000 Kg_r, según se muestra en la figura 4.6.1.2.1 y en la cual su significado es el siguiente:

T3 - El camión tractor tiene tres ejes.
S3 - El semirremolque tiene tres ejes.

2. Camión tipo T3-S2-R4, con un peso total de 77,500 Kg_r, según se muestra en la figura 4.6.1.2.2 y en la cual su significado es el siguiente:

T3 - El camión tractor tiene tres ejes.
S2 - El semirremolque tiene dos ejes.
R4 - El remolque tiene cuatro ejes.

Tomado del libro "diseño de puentes para vehículos de la SARH.

4.6.2. SISMO.

La selección de la forma estructural manifiesta una considerable influencia sobre el comportamiento sísmico y respecto a los costos.

Existen tres métodos para el análisis sísmico de puentes:

- Método Simplificado.
- Análisis Estático.
- Análisis Dinámico.

Para el análisis de esta estructura se utilizó el método de Análisis Dinámico, del cual hablaremos de sus características más importantes.

4.6.2.1. ANÁLISIS DINÁMICO.

Los métodos de análisis dinámico proporcionan resultados más apegados a la realidad que los métodos que proporciona el análisis estático.

4.6.2.2. ANÁLISIS MODAL ESPECTRAL.

Se supone que el comportamiento de la estructura es lineal; además, las máximas respuestas modales ocurren simultáneamente, lo cual no es cierto, por ello, se recurre a una combinación de respuestas para obtener acciones más cercanas a la realidad.

La participación de cada modo natural de vibración en las fuerzas que actúan sobre la estructura se definirá con base a las aceleraciones espectrales reducidas por ductibilidad, de acuerdo a la regionalización sísmica y aspectos de diseño.

Las respuestas modales "Sn" (Sn puede ser fuerza cortante, fuerza axial, desplazamiento lateral y momento flexionante) se combinaron de acuerdo a la siguiente expresión:

$$S = (\sum S_n^2)$$

Donde:

n = Número de modos de vibrar a considerar en la respuesta total.

4.6.2.3. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO.

La falla más frecuente en puentes, se relaciona con superficies de apoyo insuficientes en las trabes, sobre los marcos o columnas.

La falta de estudios experimentales sobre este punto sugiere varias alternativas para evitar este tipo de falla.

- a) Aumentar la longitud de apoyo.
- b) Restringir el movimiento de los dispositivos de conexión superestructura- subestructura.
- c) Restringir el movimiento de la superestructura.

La longitud mínima de apoyo D , en milímetros, de las trabes sobre la subestructura, puede calcularse con la expresión.

$$D = 254 + 2.08L + 0.35H$$

Donde:

L = Longitud entre dos apoyos adyacentes, o longitud entre el apoyo y la junta de expansión más cercana, o suma de longitudes a los lados de una articulación dentro de un claro, en m.

H = Altura de las columnas o la altura promedio de las columnas.

4.6.2.4. FACTOR DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO.

En la actualidad se caracterizan a las estructuras en función de su ductilidad, empleando un factor de comportamiento sísmico (Q), el cuál no sólo se encuentra asociado a la ductilidad estructural, sino también a la estructuración misma, el deterioro o efecto que pueda llegar a contrarrestar gran parte de la capacidad extra en resistencia que suministra la ductilidad y a reservas de capacidad ante carga sísmica.

Se usará $Q=3$ cuando la resistencia a fuerzas laterales suministradas por marcos de dos o más columnas de concreto reforzado o acero.

Se usará $Q=2$ cuando la resistencia a fuerzas laterales sea suministrada por pilas de una sola columna de concreto reforzado o acero. También se utilizará $Q=2$ cuando las resistencias a fuerzas laterales sean suministradas por sistemas de pila muro.

Se usará $Q=1.5$ para el diseño de pilas aisladas y estribos de mampostería, así como para el diseño de las conexiones de la subestructura y superestructura.

Se usara $Q=1$ para el diseño de las conexiones entre pilas con la superestructura y las pilas con la cimentación.

Se usara $Q=0.8$ para el diseño de las conexiones entre los estribos y la superestructura.

De acuerdo a los factores de comportamiento sísmico mencionados anteriormente a la estructura en estudio le correspondió un factor de $Q=3$.

4.6.2.5. FACTOR REDUCTIVO POR DUCTILIDAD.

Para fines de diseño será necesario tener en cuenta el comportamiento inelástico de la estructura, se reducen las ordenadas del espectro dividiéndolas entre el factor reductivo Q' , con el fin de obtener fuerzas sísmicas reducidas por ductilidad.

$$Q' = 1 + (Q-1)T/Ta; \text{ si } T < a$$

$$Q' = Q; \text{ si } T > Ta$$

En donde T se tomará igual al periodo fundamental de vibración cuando se emplee el análisis estático e igual al periodo natural de vibración del modo que se considere cuando se emplee el análisis modal espectral; Ta es el primer periodo característico del espectro de diseño.

4.6.2.6. ESPECTROS DE DISEÑO.

Las ordenadas del espectro de diseño sísmico "a", expresadas como fracción de la aceleración de la gravedad, están dadas por las siguientes expresiones:

$$a = a_0 + (c-a_0)T/Ta; \text{ si } T < a$$

$$a = c; \text{ si } Ta < T < Tb$$

$$a = c (Tb/T)^r; \text{ si } T > Tb$$

Donde:

a = Ordenada espectral.

a_0 = Ordenada espectral para $T = 0$

c = Coeficiente sísmico básico.

r = exponente adimensional.

T = Periodo natural de la estructura o uno de sus modos, en segundos.

Ta, Tb = Periodos naturales que definen la forma del espectro.

En la tabla 4.6.2 se muestra los valores del espectro de diseño para estructuras del grupo B.

Tabla 4.6.2 ESPECTROS DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS DEL GRUPO B

ZONA SISMICA	TIPO DE SUELO	a	C	Ta (s)	Tb (s)	r
A	I	0.02	0.08	0.20	0.60	1/2
	II	0.04	0.16	0.30	1.50	2/3
	III	0.05	0.20	0.60	2.90	1
B	I	0.04	0.14	0.20	0.60	1/2
	II	0.08	0.30	0.30	1.50	2/3
	III	0.10	0.36	0.60	2.90	1
C	I	0.36	0.36	0.0	0.60	1/2
	II	0.64	0.64	0.0	1.40	2/3
	III	0.64	0.64	0.0	1.90	1
D	I	0.50	0.50	0.0	0.60	1/2
	II	0.86	0.86	0.0	1.20	2/3
	III	0.86	0.86	0.0	1.70	1

Fuente: Tomando del libro de análisis por sismo de la CFE.

4.6.3. VIENTO.

Los vientos son movimientos de masas de aire. En las diferentes regiones, existen diferentes probabilidades de que se presenten la acción de vientos, esto dependerá de la ubicación y de las condiciones geográficas locales. El componente estático es el modelo más usual para el análisis de las estructuras sometidas a fuerzas provocadas por el viento, es decir, aquella parte del viento, que puede considerarse que actúa con una velocidad constante durante varios minutos, más una oscilación de carácter aleatorio con periodos del orden de algunos segundos y que se denomina efecto ráfaga.

El movimiento de las masas de aire se ve obstaculizada por la superficie del terreno, provocando que la velocidad sea nula a nivel del terreno y mayor en la medida que aumenta la altura, hasta alcanzar la velocidad del flujo no perturbado, llamada velocidad gradiente, la cual depende de la rugosidad del terreno.

Cuando el flujo de viento se ve obstaculizado por un objeto fijo, tiene que desviarse para rodearlo, por lo que produce presiones sobre el cuerpo. En la cara que se encuentra directamente expuesta al efecto del viento, cara de barlovento, el flujo se separa del objeto provocando una succión. En las caras laterales se presenta una distribución que varía de un empuje a una succión según la geometría del objeto.

La perturbación ocasionada por los cuerpos al flujo, no sólo se manifiesta como empujes o succiones. Para algunas formas geométricas, se generan vórtices que producen vibraciones en el cuerpo, llamados vórtices de Von Karman, que se generan alternadamente a cada lado del cuerpo y se desplazan a lo largo de las líneas de flujo. Cuando se genera cada vórtice, se produce una fuerza transversal a la dirección del vórtice y que tiene sentido opuesto para cada lado en que se generan los vórtices.

En estructuras muy flexibles y de formas geométricas particulares, pueden presentarse problemas dinámicos muy especiales. Uno de ellos es la inestabilidad aerolástica, esto se presenta en estructuras que por la acción estática del viento pueden sufrir grandes deformaciones que los lleven a una forma geométrica, para la cual el viento es más desfavorable y ocasiona que el fenómeno se amplifique hasta el colapso. Como sucede en cubiertas colgantes muy flexibles. Otro caso especial, es el aleteo, que ocurre en cubiertas planas y flexibles donde pueden excitarse simultáneamente diversos modos de vibrar, de manera que las vibraciones de un modo, pueden amplificar los efectos del viento sobre el otro modo.

El problema del viento requiere un modo más refinado en estructuras, donde es más importante el aspecto dinámico del viento, que en general son las muy flexibles, como son: puentes colgantes o atirantados, cubiertas colgantes, líneas de transmisión, antenas y torres de microondas.

La velocidad del viento que debe de considerarse para el diseño es aquella que tiene una probabilidad pequeña de ser excedida durante el periodo de interés. Para un fenómeno eventual como el viento, este valor característico se expresa como aquel que tiene un periodo de recurrencia determinado.

Para obtener valores de acuerdo con lo expresado anteriormente, es necesario contar con mediciones de velocidad del viento en el sitio de interés, a las cuales pueden ajustarse un modelo probabilístico de excedencia deseada.

El viento debe analizarse en relación con las fuerzas que afectan la estabilidad de la estructura, pero también debe analizarse los efectos locales en elementos estructurales y no estructurales. El viento puede actuar en cualquier dirección; debe investigarse cuál es la dirección del viento más desfavorable. En estructuras comunes será suficiente considerar el efecto, estático del viento determinando las presiones o succiones que actuarán con dirección perpendicular a la superficie expuesta al viento.

A continuación se presenta como debe considerarse el viento, según el reglamento AASHTO.

En el proyecto de una superestructura, se supondrá una carga debida al viento, uniformemente distribuida y aplicada horizontalmente a 90° con respecto al eje longitudinal de la estructura de la siguiente intensidad:

Para Armaduras y Arcos	0.04 Kg/cm ²
Para Trabes y Vigas	0.02 Kg/cm ²

En claros de trabes esta fuerza no será menor de 446.48 Kg/m

Para el proyecto de Subestructura, las fuerzas transversales y longitudinales transmitidas por la superestructura a las subestructuras para distintos ángulos de dirección del viento, serán como se especifica en la tabla 4.6.3.1:

Tabla 4.6.3.1 Ángulos de esviaje de armaduras y trabes

ÁNGULO DE ESVAJE EN GRADOS	ARMADURAS		TRABES	
	CARGA TRANSVERSAL (Kg/cm ²)	CARGA A LO LARGO (Kg/cm ²)	CARGA TRANSVERSAL (Kg/cm ²)	CARGA A LO LARGO (Kg/cm ²)
0	366.43	0	244.28	0
15	342.04	58.67	215	29.28
30	317.55	136.84	200.3	58.67
45	229.59	200.31	161.22	78.16
60	122.21	244.28	83.06	92.85

Fuente: Reglamento AASHTO

El ángulo de esviajamiento se medirá desde la perpendicular al eje longitudinal. La dirección adecuadamente supuesta será la que produzca el máximo esfuerzo en la subestructura que se está proyectando.

Las fuerzas transversales y longitudinales deberán aplicarse simultáneamente a la altura del centro de gravedad del área expuesta de la superestructura.

Las cargas que aparecen en la tabla anterior se usarán en la condición de carga del grupo II.

Para la condición de carga del grupo III, estas cargas pueden reducirse en un 70%, y además deberá agregarse una carga por metro lineal, como una carga de viento sobre la carga viva, en la forma que se especifica en la siguiente tabla 4.6.3.2.

Tabla 4.6.3.2 Ángulo de esviaje de cargas.

ÁNGULO DE ESVAJE (EN METROS)	CARGA LATERAL (Kg/m)	CARGA A LO LARGO (Kg/m)
0	149	0
15	131	18
30	122	36
45	50	48

Fuente: Reglamento AASHTO

Esta carga se aplicará en un punto a 1.83 m arriba del piso. Las fuerzas transversales y longitudinales que deben aplicarse directamente a la subestructura para un viento de 160.9 Km/hr, se calcularán para una presión supuesta del viento de 195.40 Kg/m². Para direcciones del viento que se supongan esviajadas con respecto a la subestructura, la componente perpendicular a la elevación lateral actuará sobre el área expuesta de la subestructura, tal como se ve en la elevación lateral; y la componente perpendicular a la elevación del frente actuará sobre el área expuesta de la subestructura, tal como se ve en la elevación del frente. Se supondrá que estas cargas actúan horizontalmente en el centro de gravedad de las áreas expuestas, y se aplicará simultáneamente con las cargas del viento sobre la superestructura. Las cargas mencionadas anteriormente son para la condición de carga del Grupo II y pueden ser reducidas un 70% para la condición de carga del Grupo III.

El efecto de las fuerzas que tienden a voltear las estructuras se calculará dentro de los Grupos II y III, agregando una fuerza aplicada hacia arriba, en un punto ubicado a la cuarta parte del ancho transversal de la superestructura y hacia el lado expuesto al viento. Dicha fuerza será de 97.71 Kg/cm² del área en planta del piso y banqueta para la combinación de cargas del Grupo II, y de 29.31 Kg/cm² para Grupo III.

Para el caso de puentes en nuestro país, las presiones que se consideraron anteriormente, pueden ser excedidas, por lo que se recomienda utilizar el criterio que se presenta en el libro de análisis por viento de la comisión federal de electricidad.

4.6.4. IMPACTO O EFECTO DINÁMICO DE LA CARGA MOVIL.

Todas las solicitaciones producidas por la carga en la estructura deben incrementarse para tener en cuenta los esfuerzos adicionales debidos a los efectos de impacto, vibratorios o dinámicos, que esas mismas cargas producen. Así, un momento flexionante o fuerza cortante, producido por las cargas tipo, debe multiplicarse por un factor mayor que uno, para incluir su valor directo y el incremento debido a estos efectos y debe calcularse con la fórmula siguiente:

$$I = 1 + 15.24 / (L + 38.1)$$

Donde:

L = longitud del claro considerando para producir el máximo esfuerzo, en metros.

(El máximo valor de "I" que debe considerarse es de 1.30)

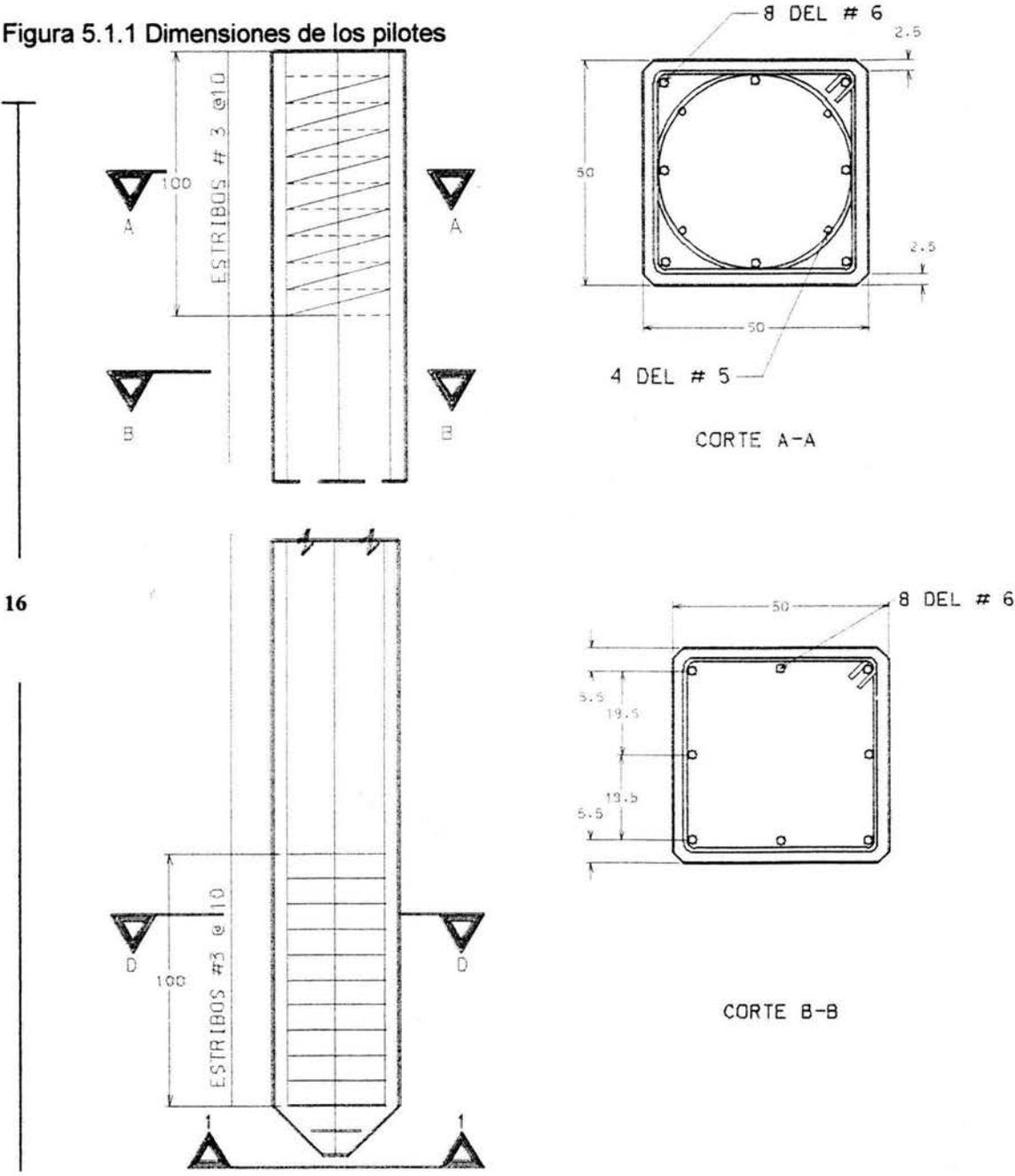
5.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

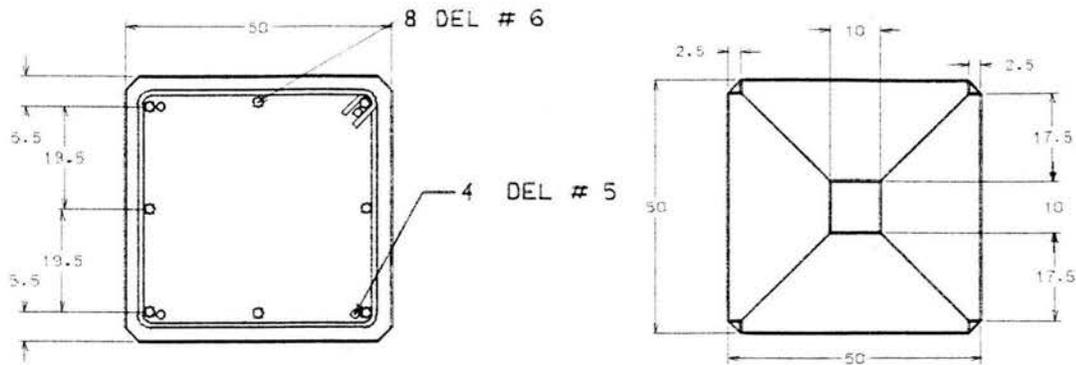
5.1 CIMENTACIÓN.

5.1.1. FABRICACIÓN DE PILOTES.

La fabricación de pilotes para la cimentación en el Puente de Chalco se realizo en el sitio de la obra con el objeto de evitar la transportación de estos. Por cada zapata de cimentación se colocaron entre 44 y 46 pilotes con el siguiente diseño:

Figura 5.1.1 Dimensiones de los pilotes





CORTE D-D

VISTA 1-1

Fuente de elaboración propia.

Propiedades de los materiales

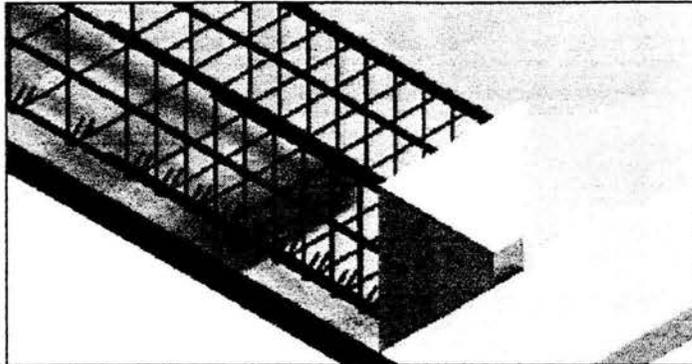
Dichos pilotes fueron armados cimbrados y colados en una cama de concreto pobre con dimensiones de 20mts de largo por 15 de ancho, con las siguientes propiedades:

- Acero de refuerzo grado duro $f_y=4200$ $\frac{kg}{cm^2}$
-
- Concreto con resistencia $f'_c=250$ $\frac{kg}{cm^2}$
-
- Concreto tipo 1 de acuerdo al RCDDF-87 con un modulo de elasticidad:
- $E=14000 \sqrt{f'_c} \frac{kg}{cm^2}$ con un peso volumétrico en estado fresco
-
- superior a 2.2 $\frac{Ton}{m^3}$
-
- Tamaño máximo de agregados $\frac{1}{2}$ "
-
- Revenimiento máximo 10 cm. Se considero la trabajabilidad de concreto
-
- de alta resistencia prueba (Ve Be)

Armado Estructural

Los pilotes se comenzaran a fabricar colocando las varillas especificadas, en la punta del mismo como se muestra en la siguiente figura.

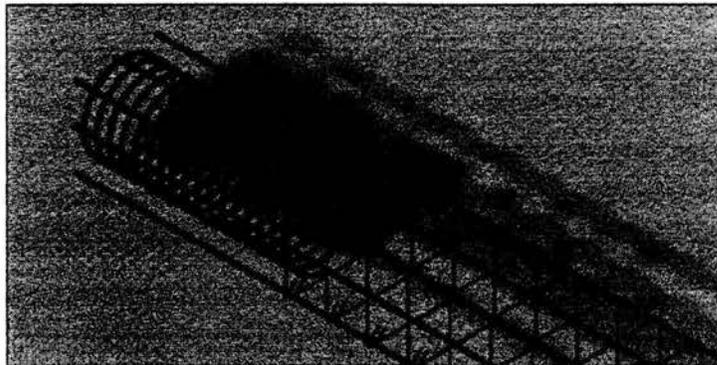
Figura 5.1.2 Armado de pilotes.



Fuente de elaboración propia

Otro de los puntos importantes en la fabricación de los pilotes es el armado del suncho el cual será colocado en la parte final del pilote con objeto de brindar mayor resistencia a los pilotes al momento del hincado.

Figura 5.1.3 Armado de suncho.

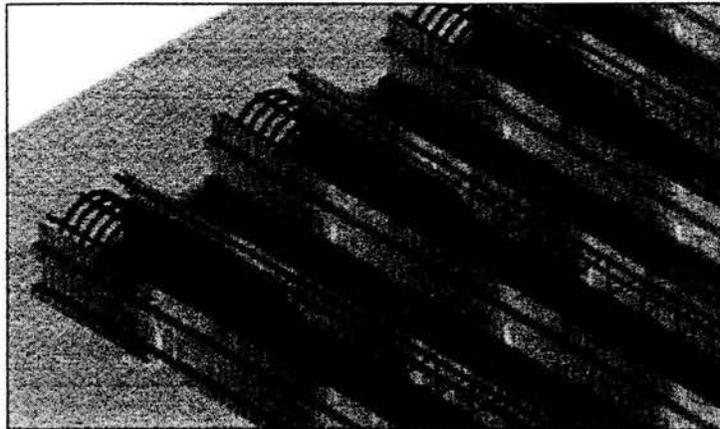


Fuente de elaboración propia

Cimbrado

El cimbrado de los pilotes se realizo dejando el ancho de un pilote con el objeto de poder utilizar el pilote previamente colado como cimbra, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 5.1.4 Cimbrado de pilotes



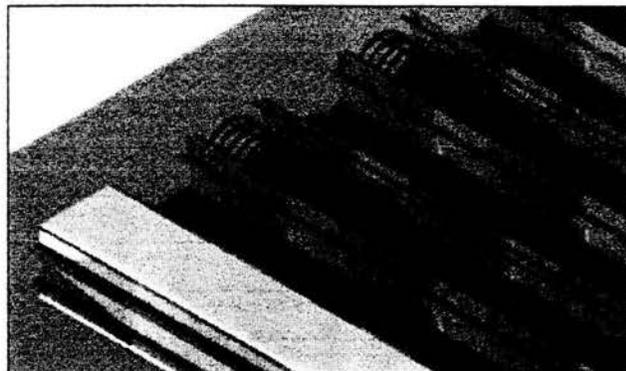
Fuente de elaboración propia.

Colado de los pilotes:

Los pilotes se colaron en sitio utilizando concreto Tipo I de $f'c=250 \frac{kg}{cm^2}$

El procedimiento fue mediante vaciado directo, con el objeto de contaminar lo menos posible la mezcla para concreto.

Figura 5.1.5 Colado de pilotes.



Fuente de elaboración propia.

5.1.2 Hincado de Pilotes

Perforación Previa

Para el hincado de los pilotes y con objeto de evitar movimientos excesivos en la masa del suelo adyacente se realizo una perforación previa con los siguientes puntos:

1.-Se determino con exactitud (mediante estacas) la ubicación de los puntos donde se hincaron los pilotes (misma de perforación), de acuerdo con los planos de construcción con la finalidad de no interferir con ninguna instalación municipal, en caso de ocurrir esto se reubicaron. Antes de iniciar la perforación se verificaron las posiciones de los pilotes y las zapatas, las cuales no deberían variar en más de 2cm con respecto del proyecto.

2.- La herramienta para la realización de las perforaciones tuvo como limite el realizar la perforación cuya área sea el 80% del área transversal del pilote, de modo que la perforación quedara inscrita en la sección del pilote, con una tolerancia de + o – 2.5cm.

3.-Durante la perforación se verifico la verticalidad, además de conservar las dimensiones de proyecto en toda su profundidad.

4.-La perforación guía se llevo hasta una profundidad de 5m en todos los pilotes, con extracción de material en aquellos pilotes que quedaran a una distancia menor a 4 m de distancia de cualquier instalación hidráulica adyacente, se prolongara la perforación hasta 50 cm por debajo del lecho inferior de éstos, pudiendo realizar la perforación sin extracción sino por simple remoldeo del material.

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

Figura 5.1.6 Hincado de pilotes.



Fuente de elaboración propia

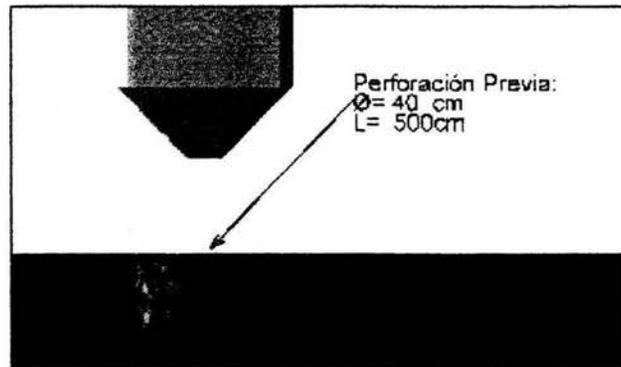
Hincado de pilotes

La instalación de los pilotes de concreto, se efectuó con el objeto de garantizar la integridad estructural del pilote; además de no ocasionar daños a las estructuras e instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamiento vertical y horizontal del suelo, para esto se tomaron en cuenta las siguientes indicaciones:

- 1.-Todos los pilotes deberán estar perfectamente limpios y su cabeza será perpendicular al eje del mismo.
- 2.-No se deberían de hincar aquellos pilotes que presentaran agrietamientos o fisuras.
- 3.-Una vez que los pilotes fueron aceptados por la supervisión, se colocaron marcas, para así llevar un registro del numero de golpes necesarios por cada decímetro en el tramo de hincado.
- 4.-Después del manejo e izaje los pilotes se colocaron en la perforación. Previa, esta maniobra se realizo una vez que los pilotes alcanzaron al menos el 75% de la resistencia del proyecto.
- 5.-El pilote y la resbaladera del martillo se colocaron en forma vertical manipulando la posición de la grúa hasta lograrlo. Para alcanzar la verticalidad del pilote se utilizaron dos plomadas de referencia colocadas en líneas a 90 grados, teniendo como vértice el pilote, orientando siempre las caras del pilote de tal forma que sean paralelas a las de las contratrabes
- 6.-La cabeza del pilote debió acoplarse perfectamente al gorro del martillo piloteado, el cual contaba con una sufridera a base de material plástico o similar; En la parte de contacto con el pilote se coloco un colchón de madera.
- 7.-Para el hincado se utilizo un martillo pesado de velocidad de impacto baja (carrera corta). El peso del pistón móvil no debería ser menor a 0.3 veces el peso del pilote y la energía del martillo será superior a 0.3 kg-m por cada kilogramo de peso del pilote. En caso de que el peso del pistón fuera muy grande con relación al del pilote, deberá regularse la energía para no dañar la altura de caída se mantendrá del orden de 0.75 a 1.0 m.
- 8.-Los pilotes dañados durante el hincado debían retirarse y ser sustituidos por otros en perfecto estado.

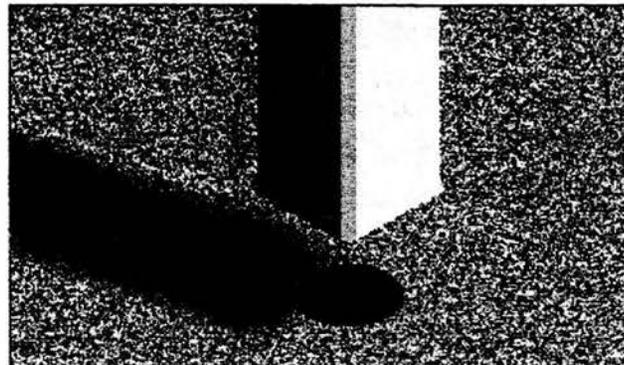
9.-Durante el hincado se debería llevar un registro del numero de golpes necesarios para hincar la totalidad del pilote.

Figura 5.1.7 Hincado de pilotes (detalle).



Fuente de elaboración propia.

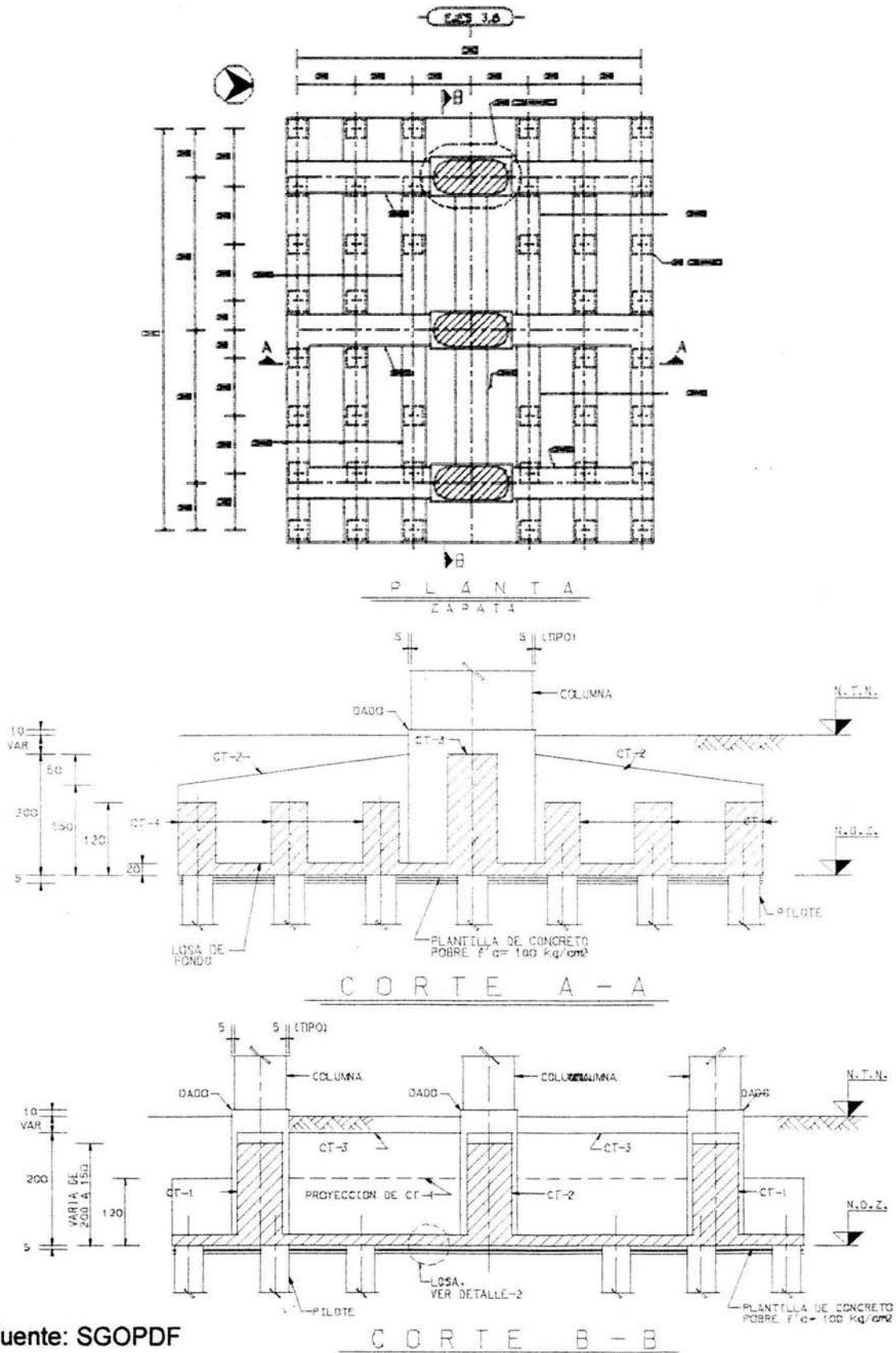
Figura 5.1.8 Hincado de pilotes (ubicación)



Fuente de elaboración propia.

La ubicación del hincado de pilotes se realizó con la siguiente distribución con el objeto de uniformar el número de pilotes y la manera en que estos soportarían a toda la estructura, en cada zapata se utilizaron en promedio de 44 y 46 pilotes.

Figura 5.1.9 Zapata de cimentación.

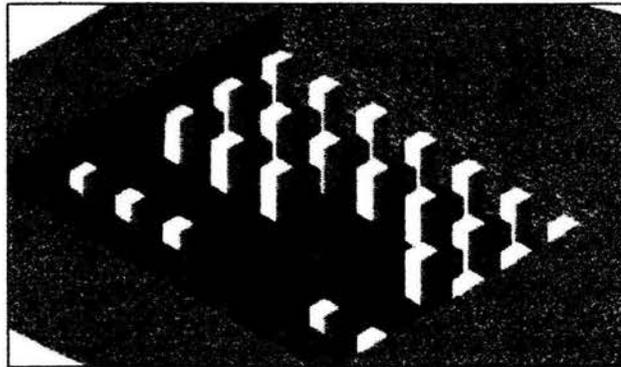


Fuente: SGOPDF

5.1.3. EXCAVACIÓN PARA ZAPATAS.

Una vez hincados los pilotes y de acuerdo con el diseño se procedió a la excavación del área correspondiente a la zapata de cimentación, la excavación se realizó en una sola etapa hasta la profundidad de desplante, con la geometría del proyecto.

Figura 5.1.10 Excavación para zapatas.



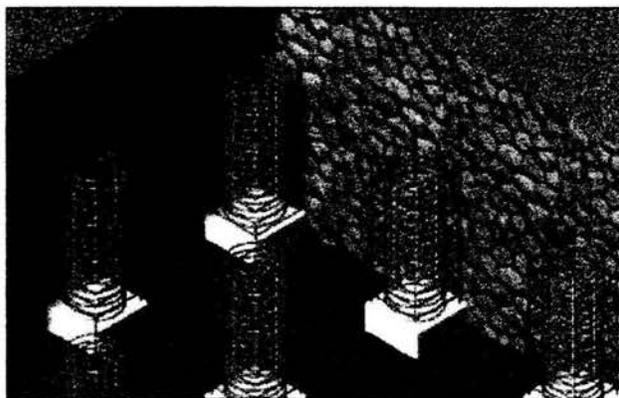
Fuente de elaboración propia

Descabece de pilotes

Cumplidos los puntos anteriores se procedió a la demolición o descabece de los pilotes en una longitud de acuerdo a la posición de cada uno, atendiendo a la profundidad de desplante de la losa de cimentación.

La longitud mínima de descabece será de 80 cm. Tal condición deberá ser considerada desde la fabricación e hincado de pilotes

Figura 5.1.11 Descabece de pilotes.



Fuente de elaboración propia.

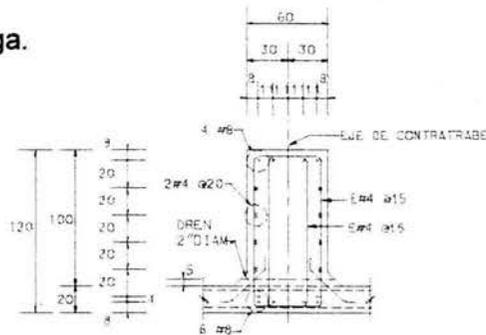
Ya que el área de la zapata estuvo excavada en su totalidad, al nivel del desplante de proyecto, se procedió a colocar una plantilla de concreto pobre ($f'c=100 \text{ kg/cm}^2$) de 0.05 m de espesor que cubra únicamente el área de la zapata.

5.1.4. ARMADO CIMBRADO Y COLADO PARA CIMENTACIÓN.

Armado y Cimbrado de Cadenas de Liga.

Con el objeto de estructuralmente resistir los movimientos laterales y que la cimentación interactúe entre pilotes loza y cimentación se colocaron cadenas de liga en la parte longitudinal de la cimentación, el armado de varilla como se muestra en la siguiente figura,

Figura 5.1.12 Cadenas de liga.



Fuente de elaboración propia.

El cimbrado de las cadenas de liga se realizo con tambores de madera curada con petróleo, armadas por carpinteros.

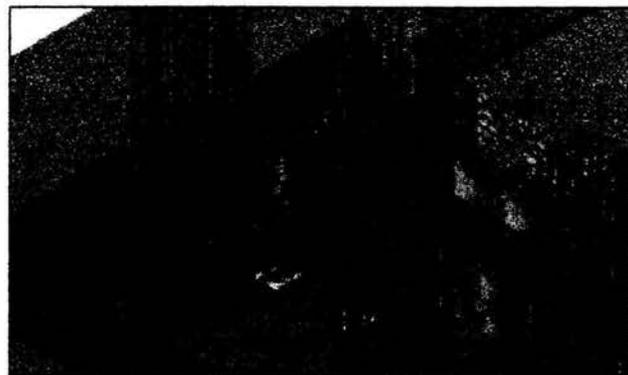
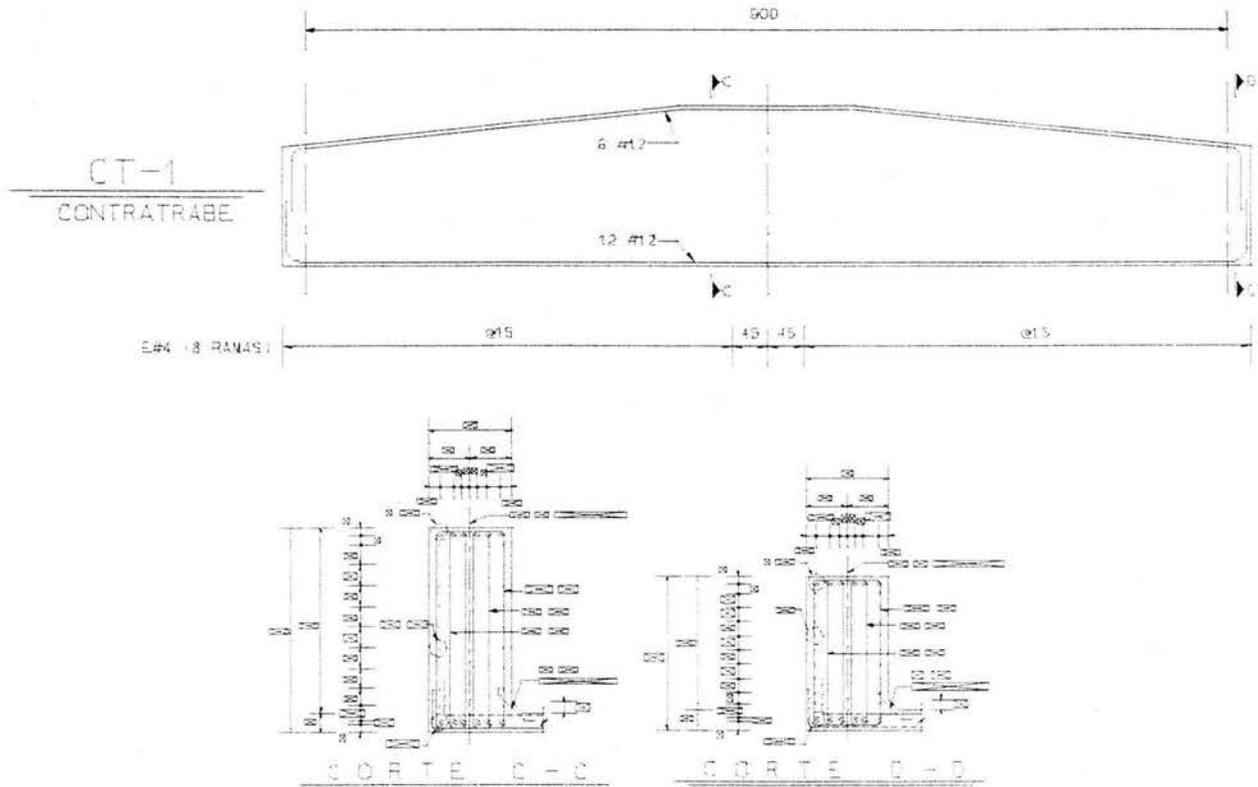
Figura 5.1.13 Cimbra de traves de liga.



Fuente de elaboración propia.

En el armado de contratrabes se utilizo la siguiente distribución de acero, estas contratrabes constan de un dado en la parte central que es de donde se fijan las columnas del puente a la cimentación, como se muestran en las siguientes figuras.

Figura 5.1.14 Armado de contartrabes.



Fuente de elaboración propia

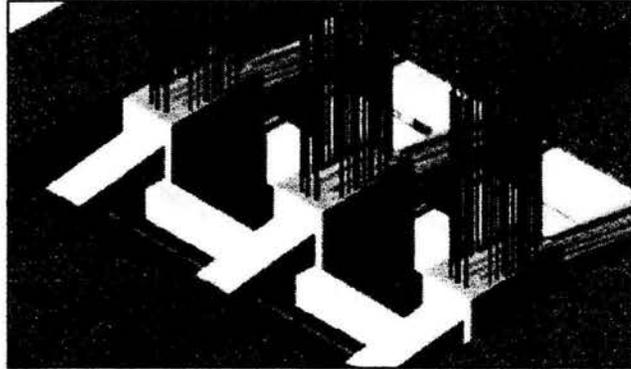
Colado de Cimentación

El colado de la cimentación se realizo directo de las premezcladoras de concreto, dedicándose únicamente el personal a verificar que el agregado grueso pasara perfectamente por el armado.

El concreto utilizado fue de un $f'c = 250$

$$\frac{kg}{cm^2}$$

Figura 5.1.15 Colado de cimentación



Fuente de elaboración propia

5.2 ESTRUCTURA.

5.2.1. DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ESTRUCTURA.

Considerando que el diseño geométrico del puente es recto con una longitud de 506 metros y una sección transversal constante de 12 metros, su estructura se resuelve de la siguiente forma:

Para el sentido longitudinal se tienen dos rampas formadas cada una por un muro estribo y un terraplén contenido por dos muros de contención. Entre estas se localizan ocho apoyos intermedios a base de columnas de sección oblonga formando nueve claros, de estos cuatro forman grandes marcos de apoyo con doble voladizo, que se ligan entre sí por medio de traveses centrales de apoyo simple, las dos ubicadas con los extremos se ligan con los extremos cerrando la estructura.

En cada zapata se desplantan 3 columnas de geometría oblonga (sumando en total 24), sobre cada una de estas se apoya una trabe apoyada denominada TA, y sobre estas una trabe central denominada TC cerrando así los 9 claros, cabe mencionar que 4 forman marcos mediante la conexión de las traveses TA y TC y 5 se resuelven con traveses de apoyo simple (fijo o móvil). En el sentido transversal las tres columnas forman dos claros que son ligados mediante diafragmas metálicos y un cabezal embebido al nivel de las traveses TA. Sobre las traveses TA y TC (que totalizan 51) se coloca un firme estructural a todo lo largo y ancho del puente funcionando como un diafragma horizontal que complementa la capacidad de flexión de la estructura del puente

Dimensiones

Las rampas tienen una longitud aproximada de 60 m. cada una.

Los claros entre apoyos, miden 45 metros, excepto los claros pegados a los estribos, los cuales miden 35 metros.

La trabe TA es un elemento en doble voladizo, de 20m de longitud. Su sección es un cajón con patines, tiene un peralte variable de 200 cm a 140 cm y un ancho de 398 cm.

La trabe TC es un elemento simplemente apoyado, de 25 m de longitud su sección es un cajón con patines, tiene un peralte de 140cm y un ancho de 398cm

Tabla 5.2.1 Materiales (concreto)

Columnas	Postensado	300
Cabezal	Reforzado	300
Traveses TA	Pretensado	400
Traveses TC	Pretensado	400
Firme Estructural	Reforzado	250

Fuente de elaboración propia

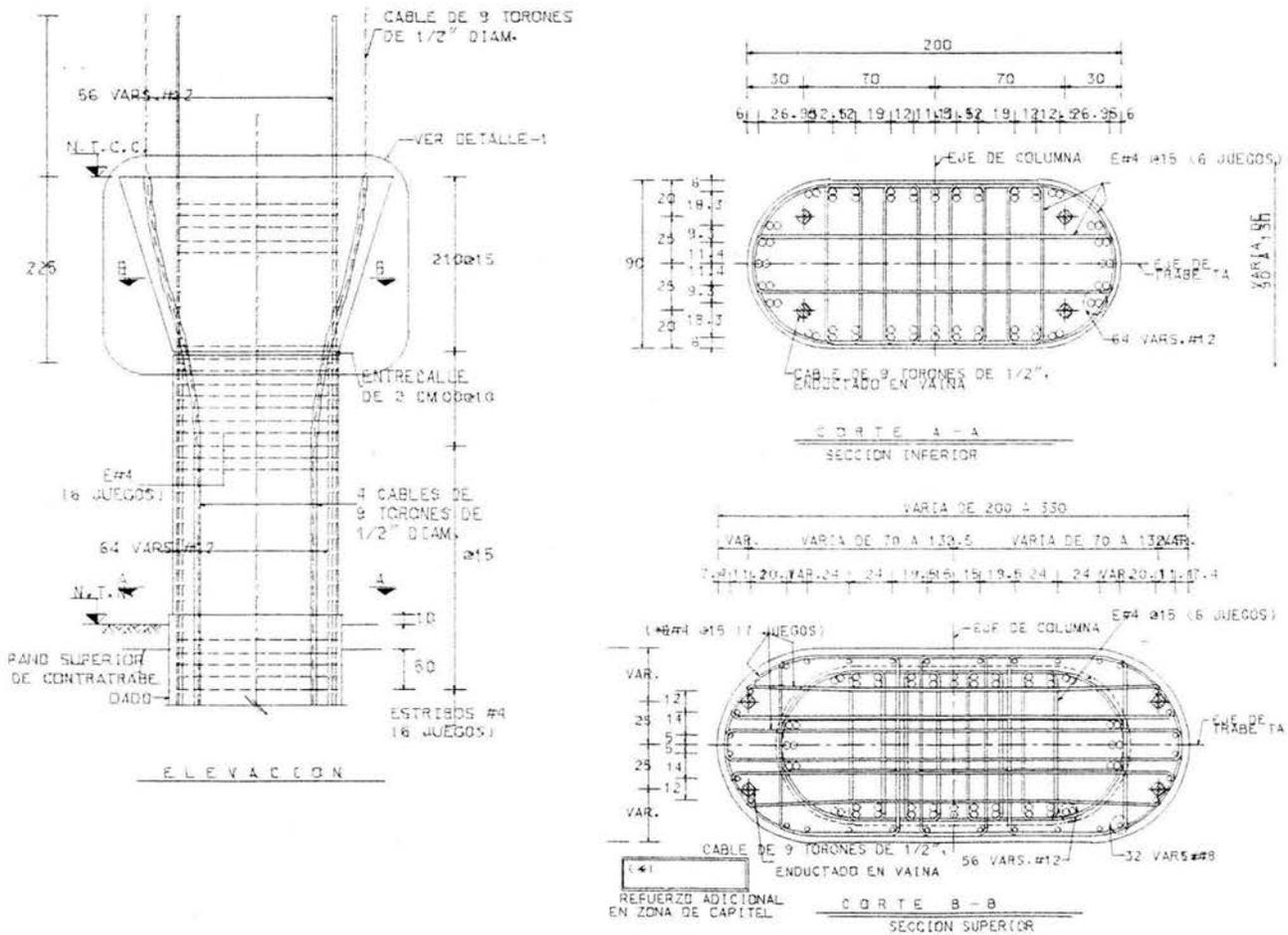
Acero de refuerzo, $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
 Acero de presfuerzo, $f_{pu}=19000 \text{ kg/cm}^2$

5.2.2. COLUMNAS.

Fabricación de Columnas

La fabricación de columnas se comenzó antes de colar la zapata de cimentación con el objeto de que el acero de la zapata y el acero que conformaría la columna trabajaran transmitiendo los esfuerzos de las columnas a las zapatas.

Figura 5.2.1 Dimensiones de las columnas



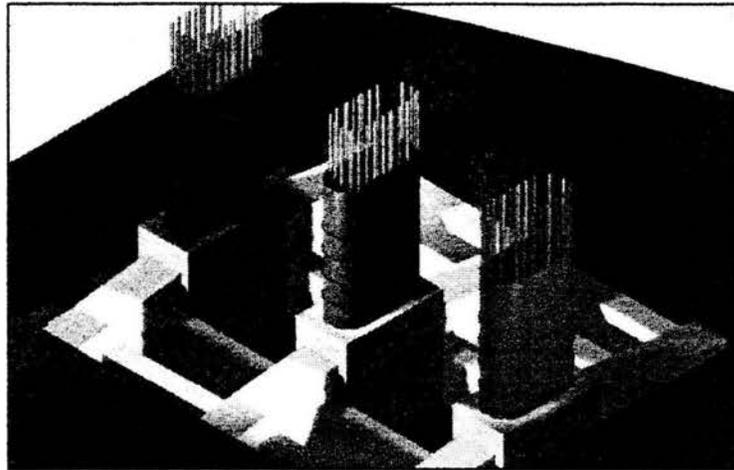
Fuente de elaboración propia

Cimbra y colado de columnas

La cimbra utilizada fue del tipo metálica, el colado de la columna se realizo con equipos de bombeo para concreto, cabe mencionar que la columna es colada por etapas a cada 2 m esto con el fin de que el concreto pueda obtener su resistencia máxima de diseño.

Las juntas de colado o construcción se terminaron en acabado rugoso, permaneciendo húmedas durante 24 hrs. previas al nuevo colado utilizando aditivo festerbond o similar,

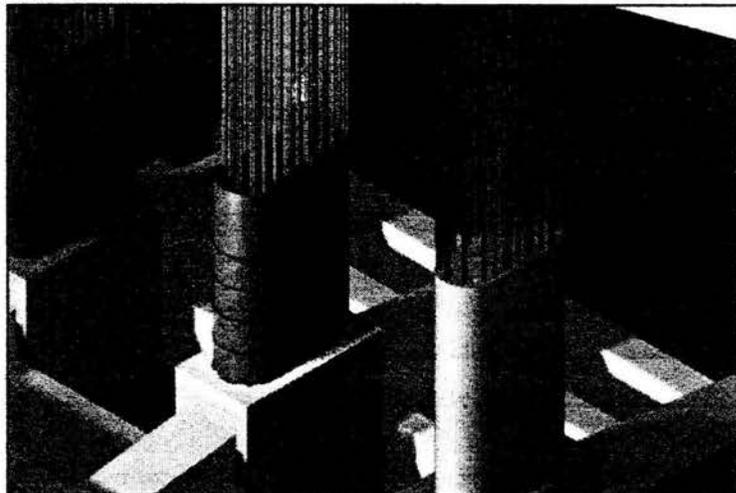
Figura 5.2.2 Cimbra y colado de columnas



Fuente de elaboración propia

Cabe señalar que durante el proceso de colado es muy importante el vibrado del concreto con objeto de que no queden burbujas que puedan en algún momento disminuir la capacidad estructural de la columna.

Figura 5.2.3 Colado de Columnas



Fuente de elaboración propia

Rellenos locales

Colada y descimbrada la loza y columnas se rellenara la parte exterior hasta el nivel superior de la loza con un material limo arenoso (tepetate), compactado al 90% AASHTO estándar (T-99) en capas de 20 cm (máximo) de espesor y obtener un valor relativo de soporte VRS de 205 (mínimo)

Figura 5.2.4 Orificios en columnas para cables de postensado.

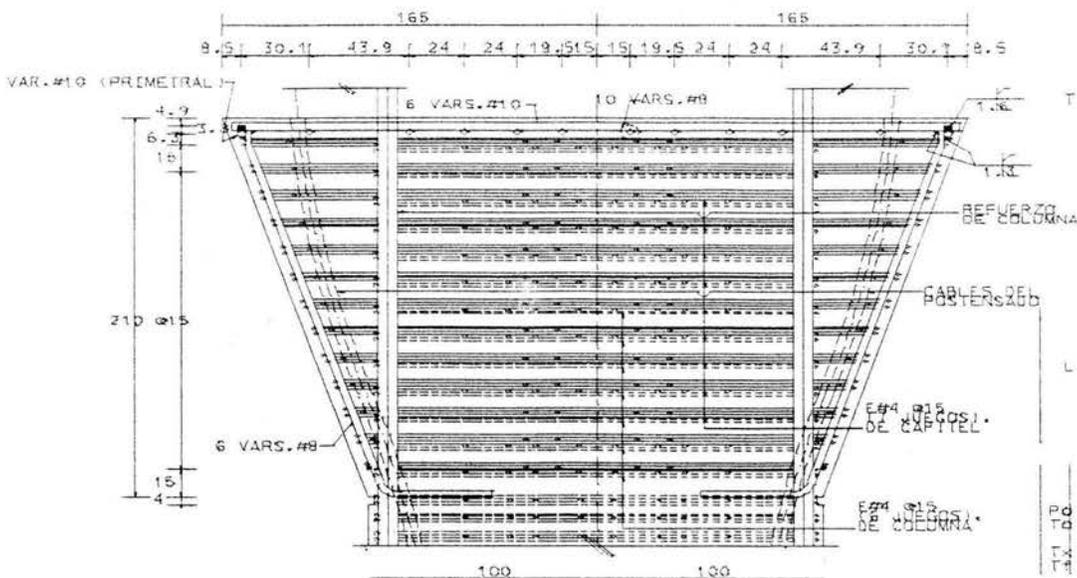


Fuente de elaboración propia

5.2.3. CIMBRA Y COLADO DE CABEZAL.

Dimensiones del cabezal

Figura 5.2.5 Distribución de acero para el capitel.



Cimbrado del Cabezal

Para el colado del cabezal se requirió de una cimbra especial elaborada de metal, para el colado de este fue necesario esperar hasta que el concreto en la columna obtuviera su resistencia máxima

Figura 5.2.6 Colado de cabezal.

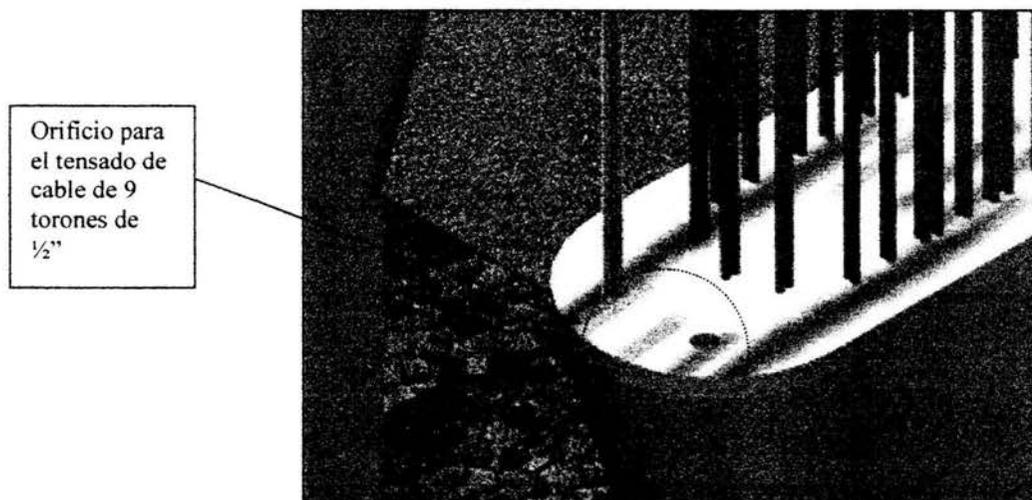


Fuente de elaboración propia

Preparación para el postensado

En el caso de los cabezales se dejó al igual que las columnas un orificio para poder colocar los cables para el postensado de las columnas y cabezal, los cuales se unirán con las traveses TA.

Figura 5.2.7 Orificio de cabezal para postensado.

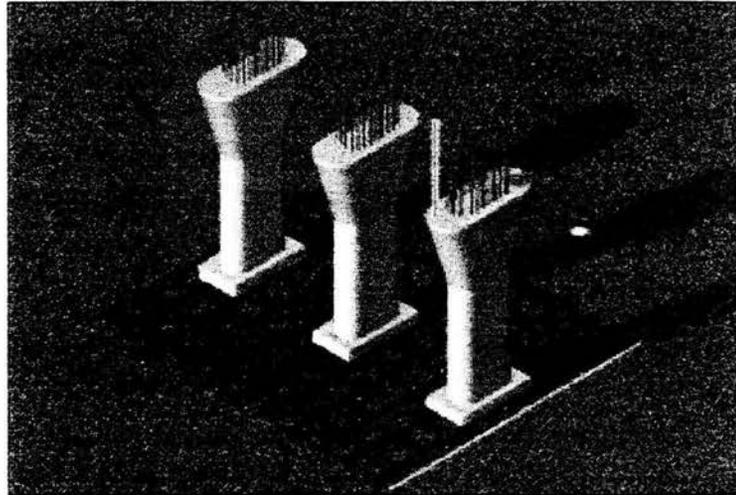


Fuente de elaboración propia

La separación entre las columnas transversales es de 4 m. las cuales soportaran las traveses TA. Y estas a su vez las traveses TC.

En la siguiente imagen se muestra la distribución que guardan las columnas y cabezales, para la colocación de lo que serán las traveses TA

Figura 5.2.8 Distribución de columnas y cabezales.

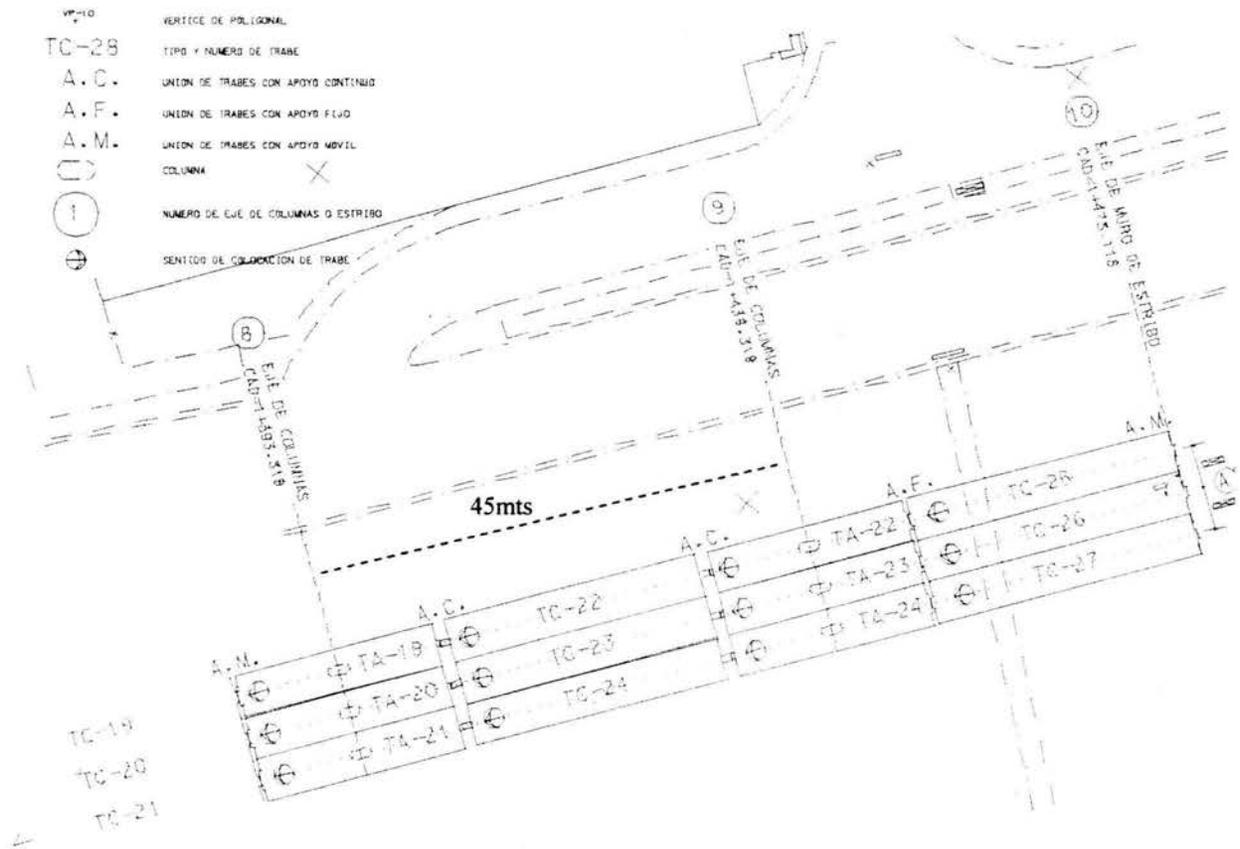


Fuente de elaboración propia.

Ubicación de columnas y traves

La distancia longitudinal entre claros variaba de acuerdo a la cercanía de estos con los estribos.

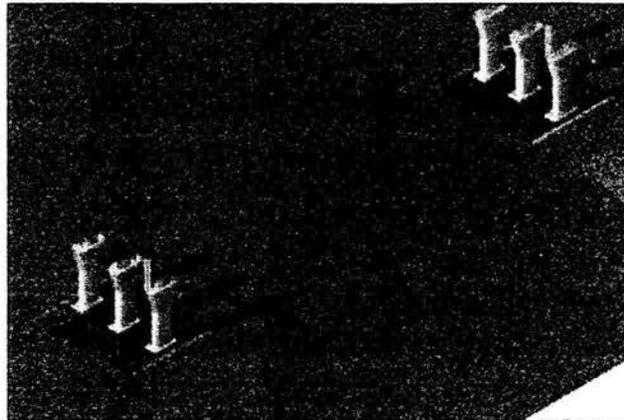
Figura 5.2.9 Distancia longitudinal de claros de traves TC



Fuente de elaboración propia.

En la siguiente figura observamos el claro de 45 metros entre columnas entre los cuales se formaran los marcos con la ayuda de las travesas TA actuando como soporte de la travesa TC en ambos grupos de columnas.

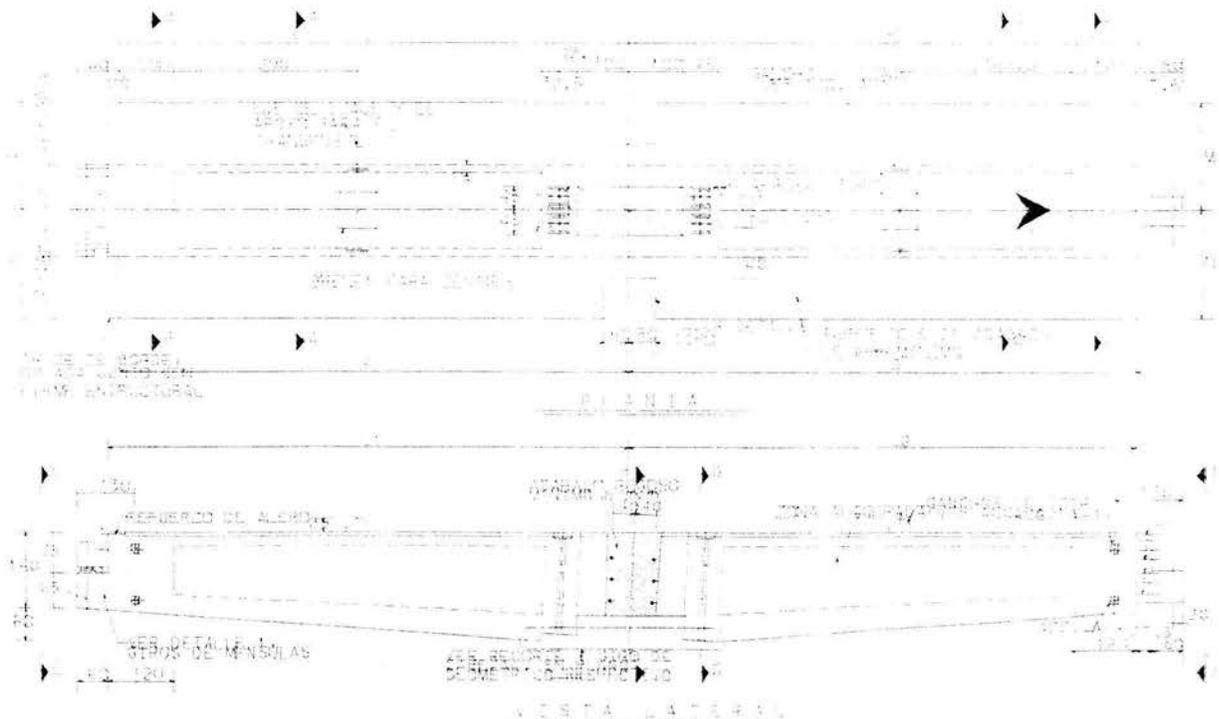
Figura 5.2.10 Claros entre columnas.



Fuente de elaboración propia

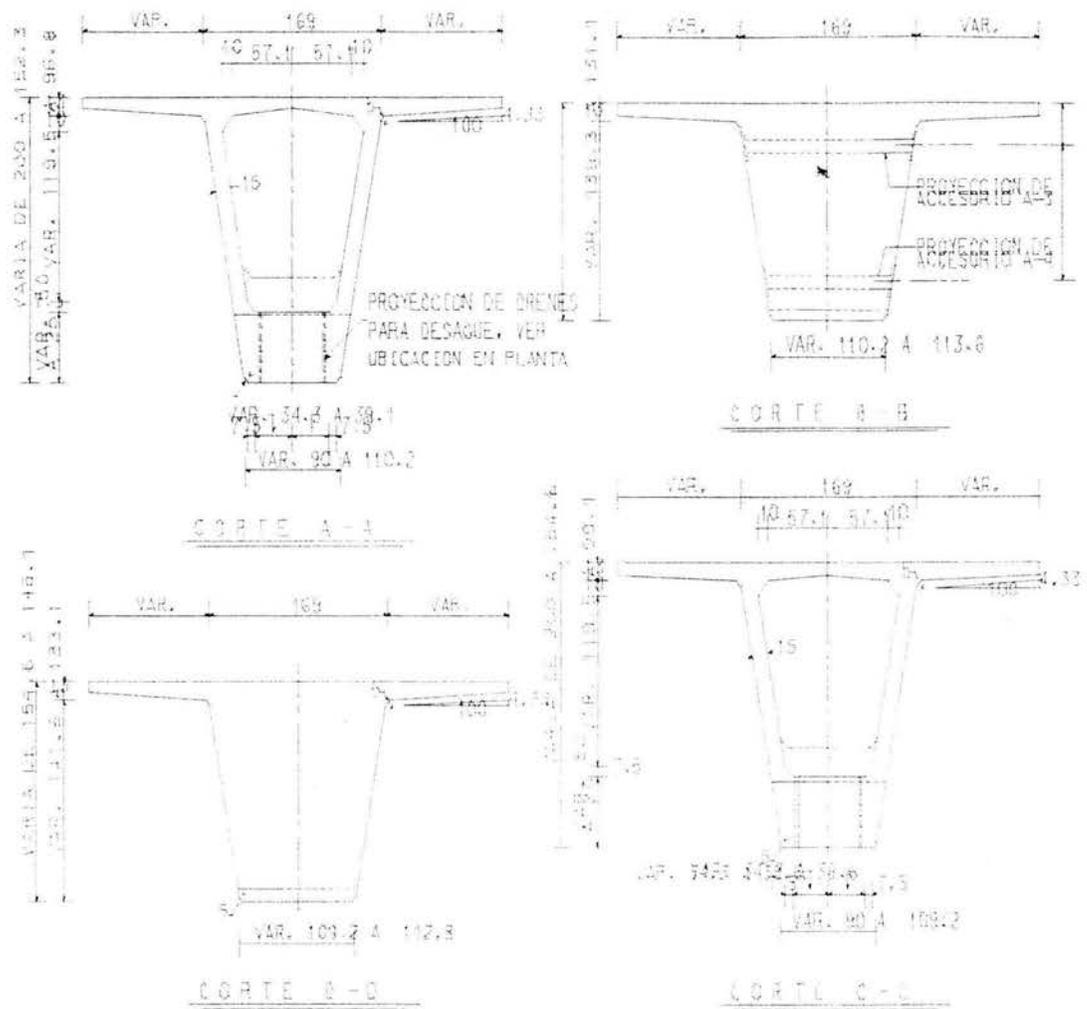
5.2.4. FABRICACIÓN Y COLADO DE TRABES TA.

Figura 5.2.11 Dimensiones de trabe TA



Fuente de elaboración propia

Figura 5.2.12 Perfiles principales de traves

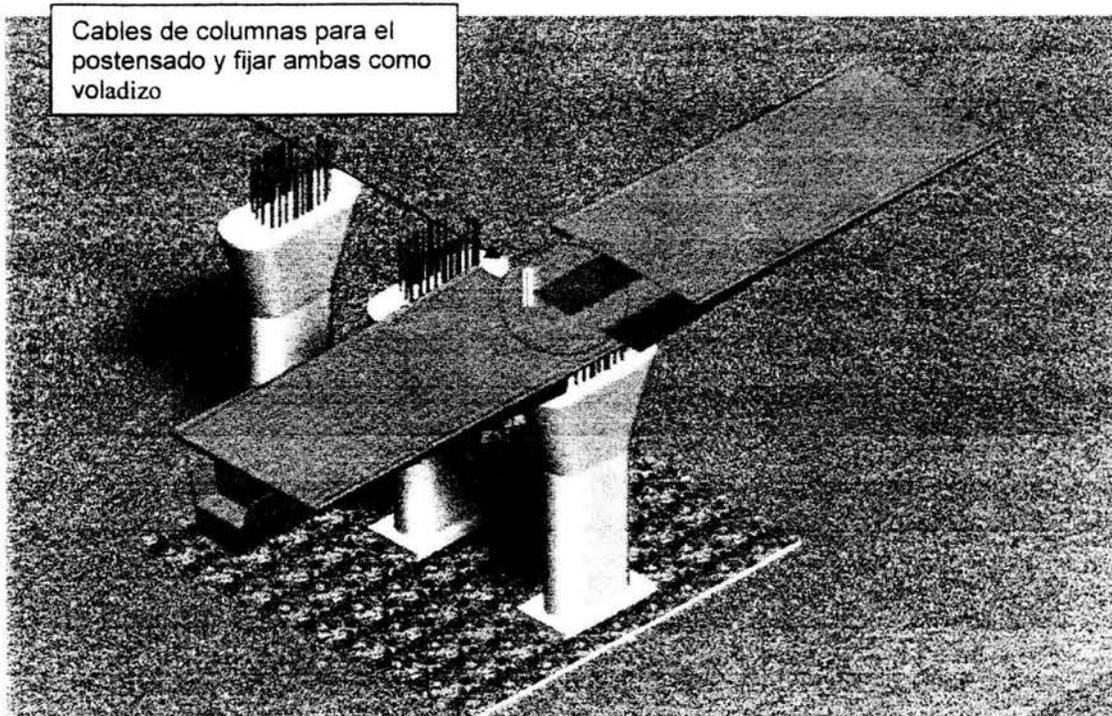


Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

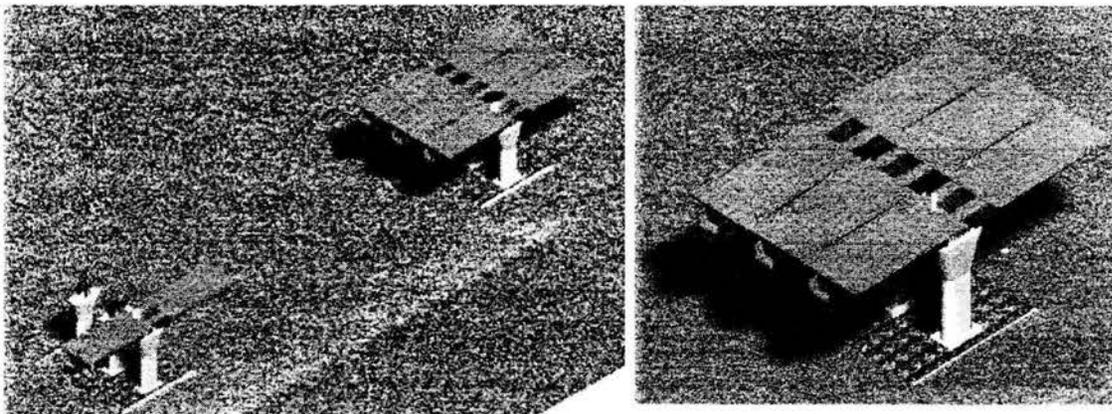
Fabricación de Traveses TA

Las traveses fueron prefabricadas por la empresa constructora en sus almacenes y pretensadas, para su colocación fue necesario contar con grúas cuyas especificaciones se trataran en el capítulo correspondiente.

Figura 5.2.13 Cable de columnas para postensado



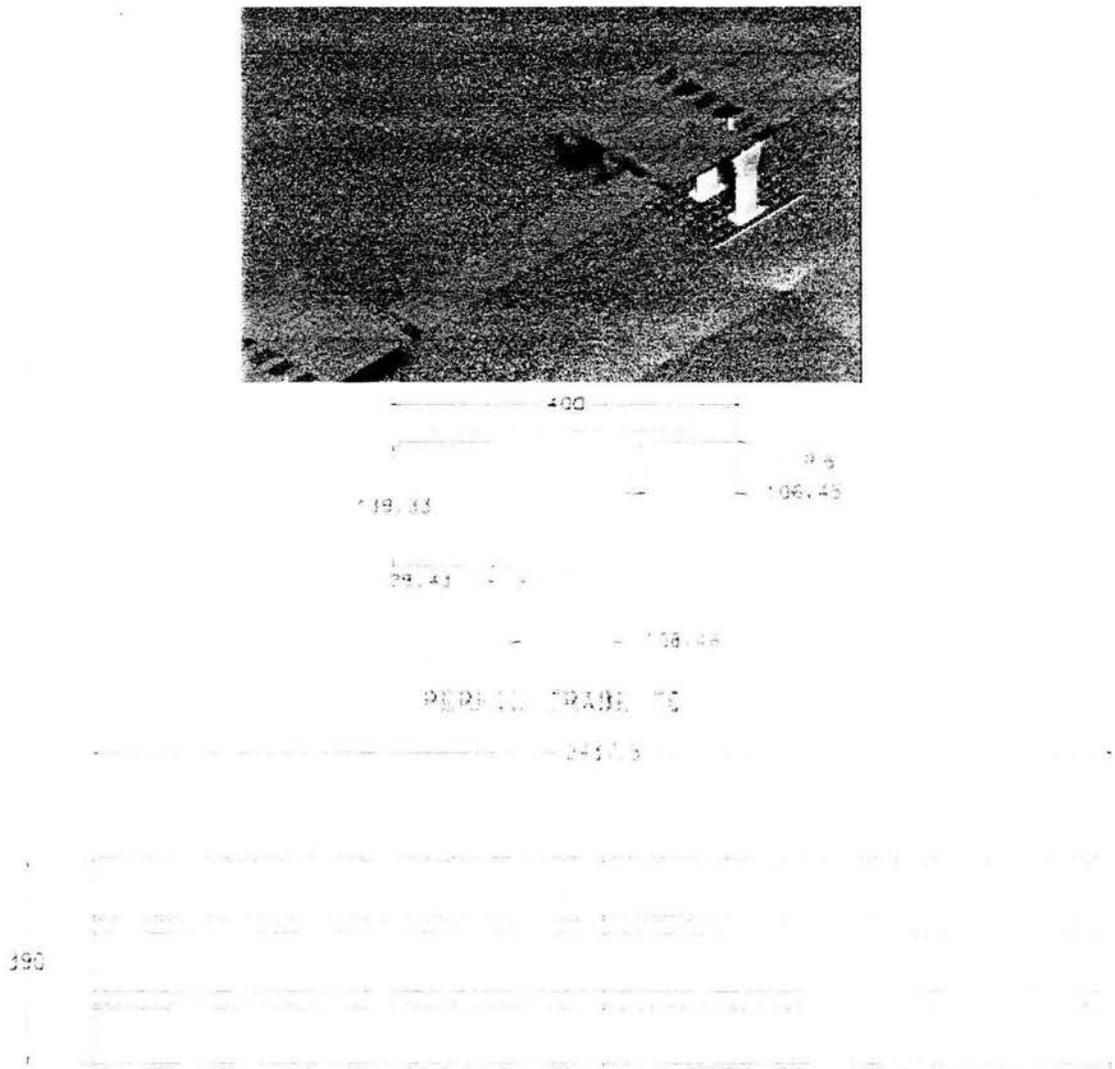
Fuente de elaboración propia.



5.2.5 COLOCACIÓN DE TRABES TC.

Las traveses denominados TC son los elementos estructurales de claro más grande en la construcción del puente de aquí la importancia que estas se unan perfectamente a las traveses TA para formar los marcos que conformaran la base estructural del puente al igual que las traveses Ta las traveses TC fueron prefabricadas.

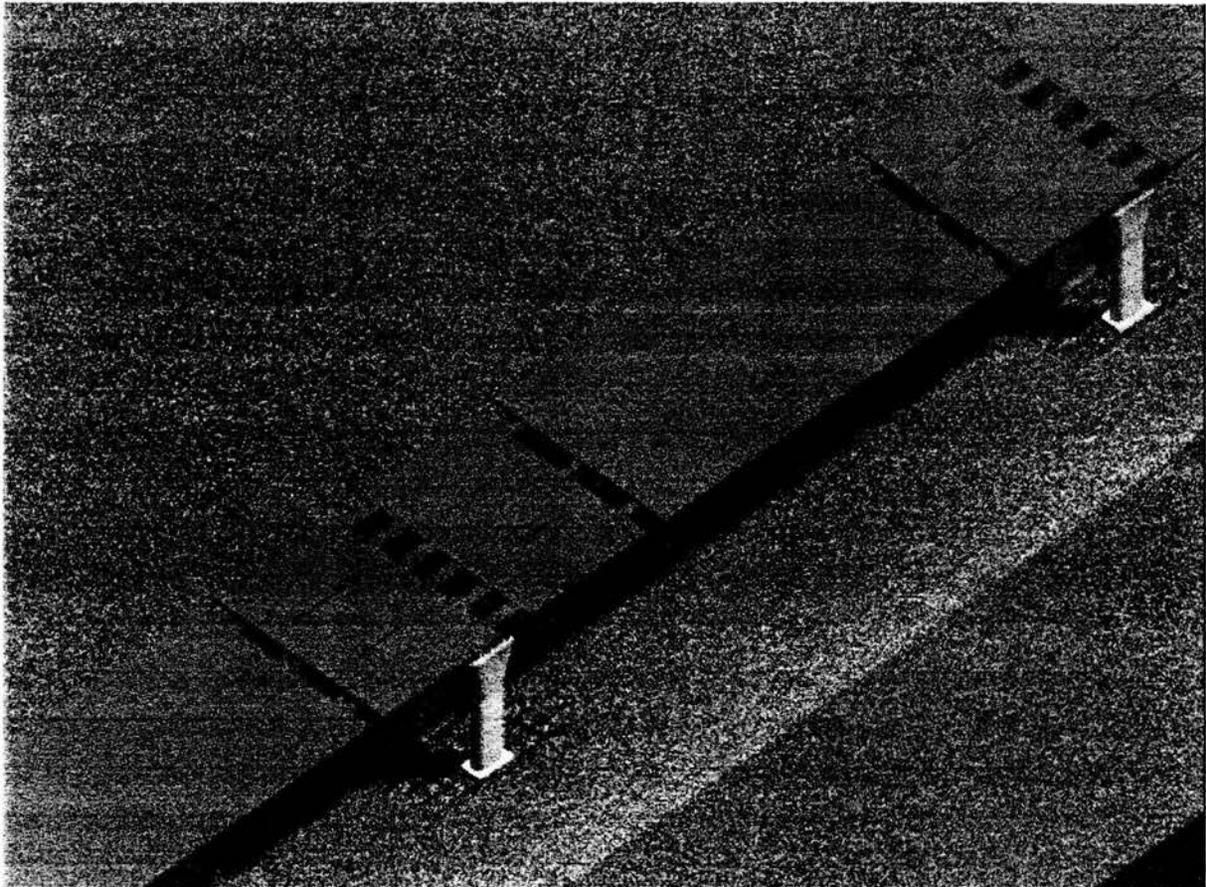
Figura 5.2.5.1 Colocación de traveses TC.



Fuente de elaboración propia

Como se muestra en la figura anterior las traveses TC descansan en la TA formando un marco con las traveses TA que trabajan como cantiliver en ambos extremos, repartiendo cargas alas columnas y estas a su vez a las zapatas.

Figura 5.2.5.2 Colocación de traveses TC



Fuente de elaboración propia.

Terminada esta operación de colocación de las traveses Tc se completo lo que es la estructura del puente.

5.3 ERECCIONES Y MONTAJES.

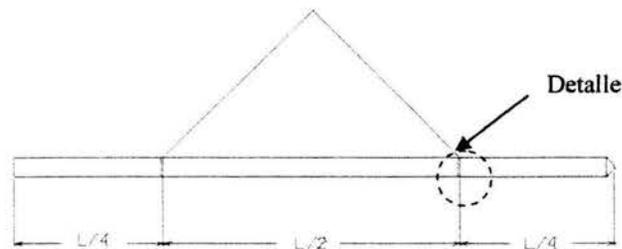
5.3.1 En Pilotes

Almacenaje

Para el colocado e hincado de los pilotes se procedió de la siguiente manera al izaje e hincado de los pilotes.

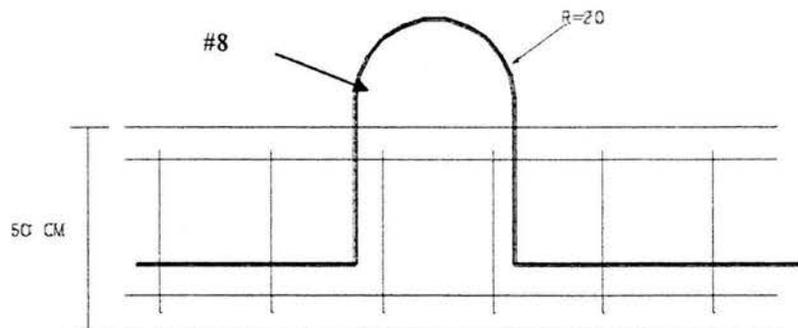
Los pilotes se fabricaron con los accesorios especiales para poder ser sujetados y colocados para almacenaje e hincado. En la siguiente figura se muestra las partes proporcionales del pilote para mantener el equilibrio, en el momento de los trabajos

Figura 5.3.1.1 Izaje de pilotes



Fuente de elaboración propia

Figura 5.3.1.2 Almacenaje de pilotes



Fuente de elaboración propia

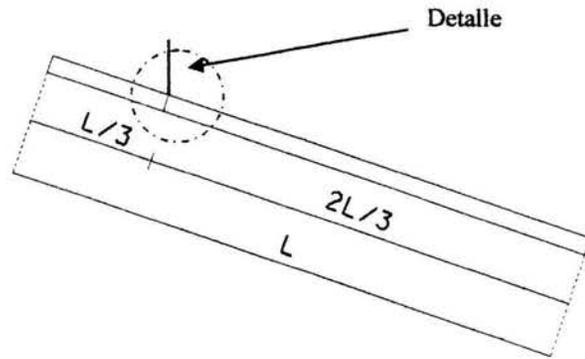
DETALLE

De esta forma los pilotes eran colocados en camas de concreto pobre para su almacenamiento y posterior hincado.

Más de 44 pilotes por zapata fueron acomodados de manera que pudieran fácilmente ser tomados para su posterior hincado.

Hincado

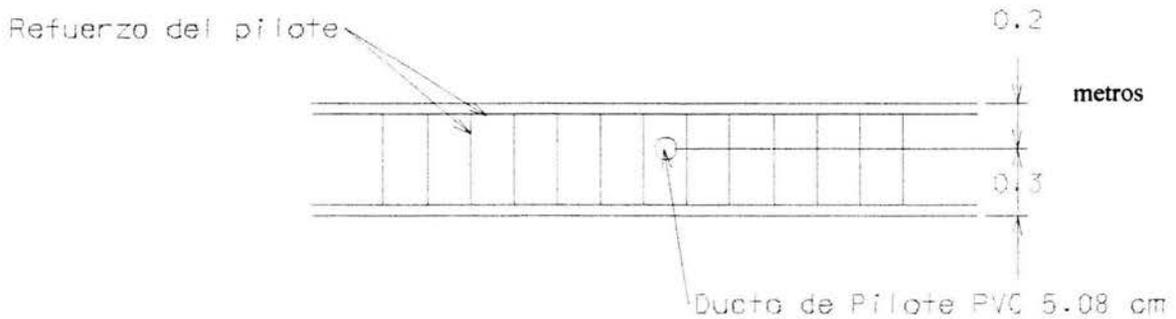
Figura 5.3.1.3 Hincado de pilotes



Fuente de elaboración propia

Al momento del hincado de los pilotes estos eran tomados por el primer tercio del pilote para que por gravedad este se alinee perpendicular a la superficie de hincado

Figura 5.3.1.4 Hincado de pilotes

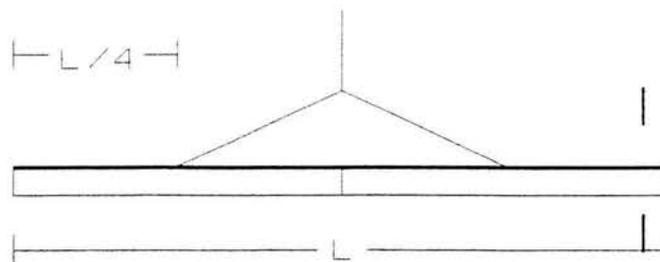


Fuente de elaboración propia

Trabes TC y TA

En el montaje de trabes TA y TC se utilizaron 2 amarres a cada cuarto de los extremos

Figura 5.3.1.5 Amarres para montaje de pilotes



Fuente de elaboración propia.

5.4 POSTENSADO Y PRETENSADO.

Sistema Freyssinet.

Antecedentes:

En 1994 Eugène Freyssinet (Francia) dio inicio al uso del preesfuerzo y más comercialmente al final de la segunda guerra mundial 1945, con la sociedad técnica para la utilización del presfuerzo (STUP), que hoy en día lleva su nombre Freyssinet International.

Pretensar:

Pretensar una construcción, es someterla antes de aplicar las cargas, a fuerzas adicionales que determinan unas tensiones tales que al componerse con las que provienen de las cargas dan en todos los puntos, resultantes inferiores a las tensiones límites que la materia puede soportar indefinidamente.

Eugène Freyssinet

En la actualidad el sistema Freyssinet esta a la vanguardia en la tecnología del presfuerzo otorgando un servicio completo, para todo tipo de obras, desde la más moderna a la más compleja.

APLICACIÓN

- Cajones y edificios de reactores
- Puentes empujados
- Puente atirantados
- Puentes en voladizo
- Viaductos
- Plataformas marítimas
- Obras hidráulicas
- Silos
- Depósitos de líquidos
- Depósitos de líquidos elevados
- Estadios
- Chimeneas
- Torres
- Edificación
- Instalaciones industriales
- Túneles
- Estabilización de taludes
- Prefabricación de vigas postensadas

Equipos y herramientas

- Anclajes para presfuerzo
 - Multialambre
 - Torón y Multitorón
- Barras de presfuerzo
- Gatos para tensar acero de presfuerzo
- Gatos para cabezas de alambre
- Gatos de extrusión para mangos Torón
- Tirantes para puentes
- Gatos planos
- Apoyos:
 - Elastómero zunchado
 - Neoflon
 - Tetron
- Bombas de alta presión para Gatos
- Equipos de Inyección:
 - Mezcladoras
 - Bombas de inyección
- Cables y ductos
- Cimbras:
 - Vigas tipo AASHTO
 - Doble volado
- Resinas
- Juntas de calzada:
 - FT
 - Monobloc
 - SL

Tablas de Postensado

Tabla 5.4.1 Postensado

Fuerza de ruptura nominal Ton	Composición de la Unidad	Tipo de anclaje
18.7	1Toron de 12.7 mm	1 M 13
26.5	1 Torón de 15.2 mm	1 M 15
37.4	2 Torones de 12.7mm	2 M 13
38.0	12 hilos de 5mm	12 F 5
53.0	2 Torones de 15.2 mm	2 M 15
70.0	12 hilos de 7 mm	12 F 7
79.5	3 Torones de 15.2 mm	3 M 15
92.0	12 hilos de 8mm	12 F 8
112.2	6 Torones de 12.7 mm	6 V 13
130.9	7 Torones de 12.7 mm	7 K 13
185.5	7 Torones de 15.2 mm	7 K 15
224.4	12 Torones de 12.7mm	12 V 13
224.4	12 Torones de 12.7mm	12 K 13
318.0	12 Torones de 15.2mm	12 V 15
318.0	12 Torones de 15.2mm	12 K 15
355.3	19 Torones de 12.7mm	19 K 13
503.5	19 Torones de 15.2mm	19 K 15
504.9	27 Torones de 12.7mm	27 K 13
691.9	37 Torones de 12.7mm	37 K 13
715.9	27 Torones de 15.2mm	27 K 15
980.5	37 Torones de 15.2mm	37 K 15
1028.5	55 Torones de 12.7mm	55 K 13

Fuente: Freyssinet

Tabla 5.4.2 Características nominales de acero de presfuerzo

Diámetro mm	Resistencia Kg/cm ²	Pesos Kg/m	Diámetro mm	Resistencia t	Pesos Kg/m
5	16200.0	0.16	12.7	18.7	0.8
7	15200.0	0.3	15.2	26.5	1.13
8	15200.0	0.4			

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Cables y Ductos.

Equipos especializados como devanadoras, enrolladores, enfiladoras para la fabricación total de cables, ducto nervado, accesorios diversos para todo tipo de anclajes, ductos, tubos de inyección, purgas, empalmes para purgas.

5.5 PAVIMENTO ASFÁLTICO.

Las presentes especificaciones rigieron el procedimiento constructivo de los pavimentos del puente vehicular así como todas las actividades adyacentes y de servicio para el puente vehicular Canal de Chalco- Periférico Oriente, en los límites de la delegación de Xochimilco y Tlahuac de la Ciudad de México.

A continuación se describen las actividades referentes para la rehabilitación, reconstrucción y restitución de los pavimentos.

5.5.1 Trabajos Preliminares

Previo a los trabajos de rehabilitación, reconstrucción y restitución de los pavimentos se procedió a renivelar todos los brocales de alcantarilla conforme a la rasante del proyecto, así como las instalaciones públicas municipales, tomando en cuenta las especificaciones propias de cada una de ellas.

Adicionalmente se realizaron los trabajos de adaptaciones de las áreas de trabajo, trazos y nivelaciones, así como las demoliciones y desmantelamientos de las construcciones provisionales originadas por la obra. Por otra parte se deberá tomar en cuenta la realización de calas y pozos para determinar las características de los pavimentos existentes, así como el terreno neutral.

5.5.2 Rehabilitación

La rehabilitación consistió en el reencarpetamiento y bacheo de los pavimentos y se realizó de la siguiente forma

Reencarpetado

El proceso de reencarpetado consistió en la sustitución parcial de carpeta existente de las diferentes áreas que mostraron deterioro y fue necesaria en aquellos casos en que la carpeta evaluada en tramos de 20 metros mostró daños severos (calavereo, desintegración de la carpeta, agrietamiento, deformación de la superficie por deficiencia en la estabilidad de la mezcla), cubriendo estos una superficie al 20% del área.

El proceso de reencarpetados fue conforme al siguiente procedimiento:

- Fresado y limpieza de la carpeta: las áreas que se trataron fueron barridas y limpiadas de cualquier contaminante externo, posteriormente se retiro la parte superior de la carpeta existente en tres centímetros (mínimo) mediante el procedimiento de fresado en frío con el fin de corregir la geometría, eliminar roderas y desprendimientos. Cuando la superficie fresada presentaba deterioro considerable era necesario incrementar el espesor de tratamiento pudiendo llegar incluso al retiro total de la carpeta existente. El equipo que se utilizo para el fresado contaba con dispositivos automáticos de control de niveles, así como para recoger y cargar producto del corte. En caso de presentar depresiones o escalones la superficie se regulaba por las siguientes tolerancias:

- a.- Nivel de superficie fresada -0.50 cm
- b.- Ancho del corte del centro de línea a la orilla +1.00 cm.

Una vez fresada la superficie ésta fue limpiada utilizando cepillos de cerda dura y chiflón de aire.

- Riego de liga y carpeta asfáltica: Una vez seca la superficie y libre de materiales sueltos, se rellenaron las fisuras existentes con asfalto; si la carpeta no presentaba una superficie razonablemente nivelada se debía colocar una capa niveladora con material de carpeta asfáltica cuyas características se indican a continuación.

Tabla 5.5.1 Riego de liga y carpeta asfáltica.

CARACTERÍSTICA	
Compactación Marshall	95% (mínimo)
Temperatura de colocación	110-120 °C
Temperatura de terminado	70°C
Permeabilidad	6% (máximo)
Absorción total	24 hrs. (máximo)

Realizado lo anterior se aplicara el riego de liga que cumpla con los siguientes requerimientos:

Transcurridos 48 hrs. mínimo de aplicado el riego de impregnación y 30 min. antes de la colocación de la mezcla asfáltica se aplico el riego de liga ya que el material había sido penetrado y desfluxado. En caso de amenaza de lluvia debería suspenderse la

realización de estos trabajos procurando mantener en todo momento la superficie de aplicación limpia y seca.

Si el riego de liga fue realizado con una emulsión cationica de rompimiento rápido RR-2K, con las características que se expresan a continuación con una proporción de 0.70 litros/m² y penetración de 2mm como mínimo

Tabla 5.5.2 Riego de liga y carpeta asfáltica.

CARACTERISTICA	Rompimiento rápido	Rompimiento medio
Tipo	RR-2K	RM-2K
Viscosidad Saybolt Furol. 25° C	20-100	50-500
Residuo a la destilación, por ciento del peso mínimo	60	60
Asentamiento en 5 días, diferencia en por ciento máximo	5	5
Cubrimiento del agregado (en condición de trabajo). Prueba de resistencia al agua		80
-Agregado seco, por ciento de cubrimiento mínimo		60
-Agregado húmedo, por ciento de cubrimiento mínimo		
Retenido en la malla #20. Por ciento máximo	0.1	0.1
Carga de la partícula	POSITIVA	POSITIVA
Disolvente de volumen, por ciento máximo	3	20
Prueba al residuo de la destilación	100-250	100-250
Solubilidad en tetracloruro de carbono, por ciento mínimo	97	97
Ductibilidad en cm	40	40

Zona de bacheo

En los casos en que la estructura del pavimento muestre daños aislados que se localicen relativamente separados entre sí se aplico el bacheo, Para cuya aplicación era necesario evaluar mediante inspección visual y calas al estado que guardara cada capa, poniendo énfasis en la cantidad de grietas y baches que se tuvieran en la superficie de rodamiento, así como la magnitud de deformaciones.

Como criterio general para evaluar la magnitud de las deformaciones admisibles, se consideró indispensable el bacheo cuando existirán depresiones mayores a 2.50 cm, medidos con respecto a una regla horizontal de 3 metros, debiendo tomar en cuenta las pendientes del proyecto existentes.

Pavimentos temporales.

Para las obras de desvío vehicular temporal en la zona de construcción de las zapatas, el pavimento que se coloque será de tipo flexible y consistirá en una capa de material aligerado (tezontle), sub.-base y carpeta asfáltica cumplirán con las siguientes indicaciones:

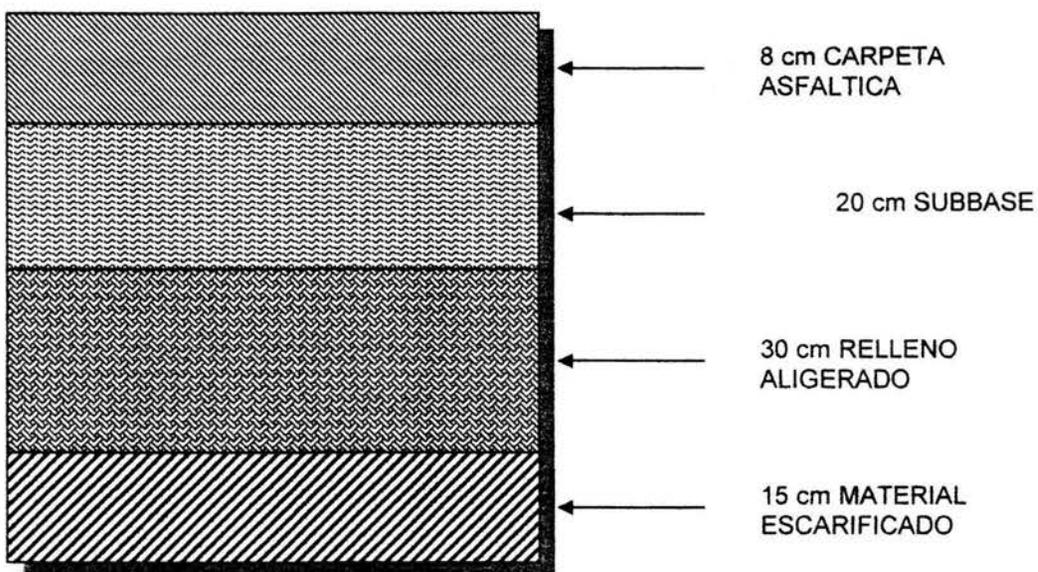
- Se deberá excavar toda el área que ocupa la vialidad a 0.5 m bajo el nivel del terreno natural. La excavación se realizara en una sola etapa y con equipo ligero. En caso de existir rellenos no controlados deberán retirarse en su totalidad.
- El fondo de la excavación se escarificara a una profundidad de 15 cm, retirando cualquier material que pudiera ser nocivo para el comportamiento del pavimento, como materia orgánica, materiales con excesiva humedad y consistencia muy blanda, cascajo y fragmentos líticos mayores a 4" etc. Posteriormente se recompondrá al 80% (mínimo) respecto a la prueba AASHTO estándar (T-99), de no ser posible se colocara el relleno aligerado (tezontle) propiciandó la incrustación hasta obtener una superficie de trabajo uniforme.
- Tiempo seguido, se colocara el tezontle en una sola capa con espesor máximo de 30 cm en todo el ancho de la vialidad y hasta el nivel de desplante de la capa sub-base con las siguientes características.

Tabla 5.5.3 Características de los pavimentos

CARACTERÍSTICA	
Compactación AASHTO modificada(T-180)	95% mínimo
Granulometría deseada	Curvas granulométricas de diseño
Contenido de finos	25% máximo
Valor relativo de soporte saturado (VRS)	50 mínimo
Equivalente de arena	20% mínimo
Valor cementante	3 kg/cm ²
Contenido de partículas = o > a 2"	50% máximo

- El pavimento se construirá sobre el relleno aligerado y estará constituido por capa sub-base y carpeta asfáltica con los espesores mostrados en la siguiente figura. Las características de los materiales para ambos casos serán los mismos especificados para las dos capas en los incisos correspondientes del presente documento.

Figura 5.5.1 Diseño de estructura de pavimento



5.5.3 Pavimentos Nuevos

Los pavimentos nuevos que se construyeron en vialidades nuevas, así como sobre la losa de cimentación, puente y terraplén. A continuación se dan las especificaciones correspondientes a cada caso.

En vialidades nuevas y losa de cimentación.

Considerando que algunos pavimentos se construyeron en las vialidades nuevas como aquellas que se localizan sobre las losas de cimentación.

El procedimiento constructivo para pavimentos nuevos fue el siguiente:

- Se procedía a abrir caja hasta una profundidad que proporcione espacio a la nueva estructura de pavimento. Para dicha excavación se utilizó una retroexcavadora equipada con cucharón con cuchilla de corte recto, evitando el paso del personal para evitar el remoldeo de la estructura del suelo.
- Posteriormente la superficie del suelo se compactó al 90% de su PVSM determinado en la prueba AASHTO estándar, debiendo alcanzarse en los 15 cm superiores.
- Sobre el material se construirá la estructura del pavimento con las características indicadas en el capítulo de diseño estructural pavimentos.

Cuando el pavimento fue construido sobre la losa de cimentación la capa subrasante fue apoyada directamente sobre la estructura con un espesor de aproximadamente 45 cm. Sobre esta capa se instalaron las instalaciones municipales, además de satisfacer los niveles y pendientes de proyecto con el fin de mantener constante el espesor del pavimento. Terminada de construir la capa de subrasante se construyeron las siguientes capas.

La conexión longitudinal con los pavimentos existentes, se efectuó en forma escalonada para cada capa que compone la estructura. El ancho de los escalones será de al menos 30cm.

Sobre el puente.

El pavimento sobre el puente, consistía únicamente de carpeta asfáltica con un espesor de 8 cm, la cual se colocaban una vez de limpiadas las superficies de apoyo y realizado el riego de liga.

Figura 5.5.2 Pavimento sobre el puente.

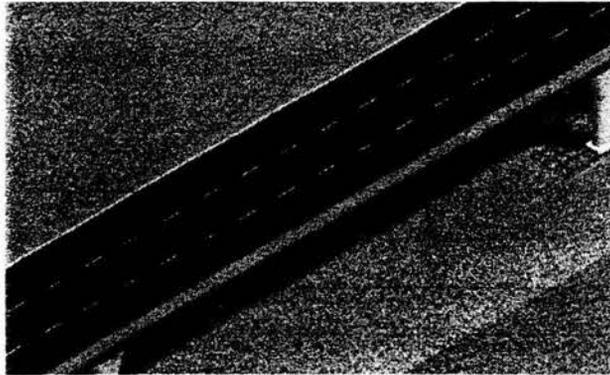


Fuente de elaboración propia

5.6 ACABADOS.

En lo que respecta a las banquetas y carriles estos se construyeron respetando las normas de la vialidad del Departamento de Distrito Federal, con una banqueta de 1.5 m. de ancho y tres carriles de aproximadamente 3.00 m. de ancho.

Figura 5.6.1 Banquetas y carriles.

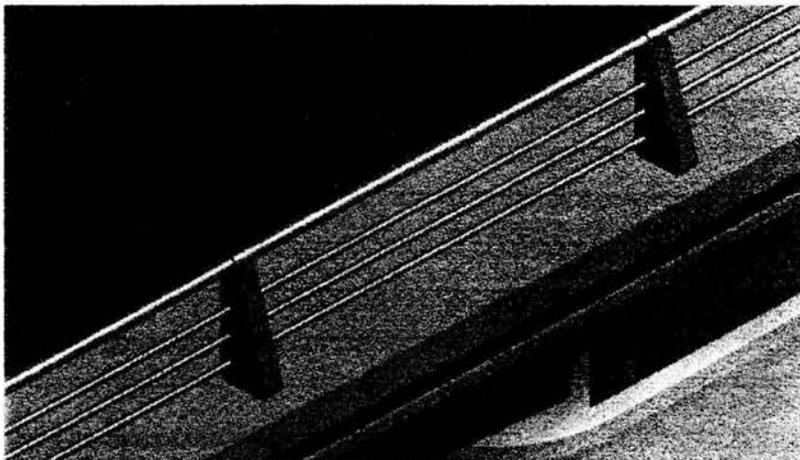


Fuente de elaboración propia

5.6.2. BARANDALES.

En lo que respecta a seguridad se tomo principal atención en contener los autos en caso de algún accidente por lo cual se opto por la colocación de barandales de acero, con la resistencia suficiente para contener impactos de hasta 200 ton.

Figura 5.6.2 Barandales

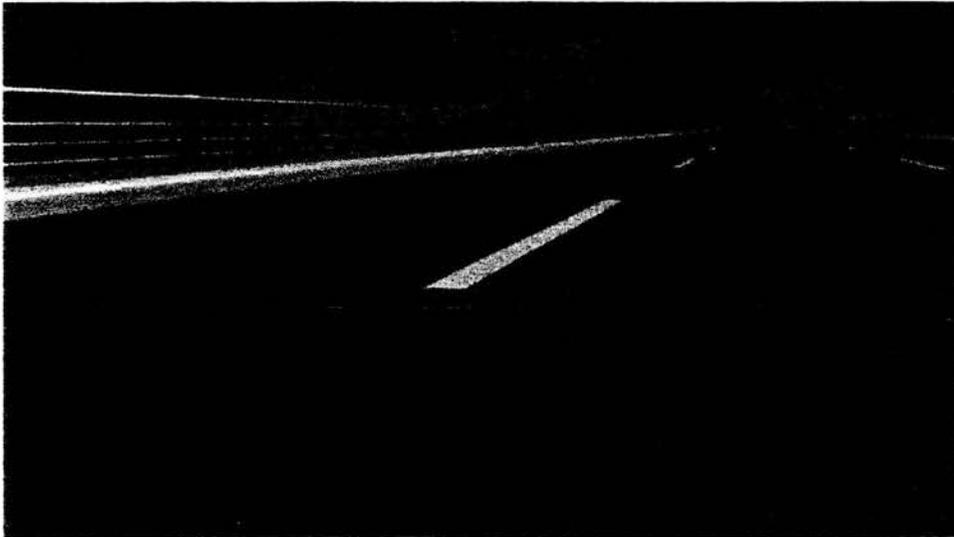


Fuente de elaboración propia.

5.6.3. SEÑALAMIENTO.

Para señalar los límites de carriles así como las banquetas se utilizó pintura especial con reflejantes nocturnos, colocando en los límites de las banquetas pintura amarilla y en los carriles pintura blanca, como se muestra en la figura.

Figura 5.6.3.1 Señalamiento horizontal



Fuente de elaboración propia

Alumbrado

En el recorrido del puente se colocaron postes con alumbrado nocturno del lado derecho del puente con respecto al sentido del mismo a cada 8 metros de distancia entre sí, como se muestra en la siguiente figura

Figura 5.6.3.2 Alumbrado.



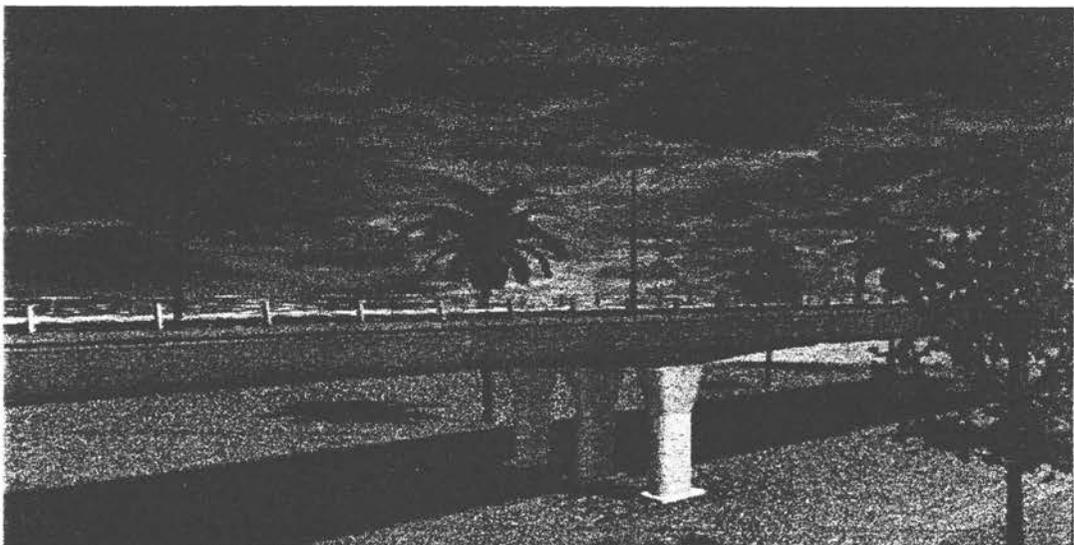
Fuente de elaboración propia

Figura 5.6.3.3 Dibujo de rampa.



Fuente de elaboración propia.

Figura 5.6.3.4 Vista lateral del puente.



Fuente de elaboración propia

6.- PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE OBRA.

6.0 INTRODUCCIÓN.

La programación y control de obra, se refiere a la planificación, proyección y los métodos empleados para estimar en que etapas y condiciones se realizarán los trabajos en la construcción de una obra determinada.

En lo relativo a la organización de un proyecto se pueden distinguir dos etapas: La construcción y la Operación. El calendario de construcción sirve de base para elaborar un plan de ejecución y en él se indica la forma como se movilizarán y coordinarán todos los elementos físicos, humanos, institucionales, legales, técnicos y financieros. A este programa se le conoce como ruta crítica, ya que cualquier retraso que sufra cualquier actividad crítica, también retrasará el proyecto. Para controlar el avance de las actividades en la etapa de construcción suele utilizarse el diagrama de Gantt, las curvas "S" y el reporte diente de sierra, que posteriormente se explicará a detalle.

Para entender claramente el origen y elaboración de un programa de obra, se hacen las siguientes definiciones y se toman algunos conceptos que paulatinamente se integrarán, hasta llegar al control de obra en base a los programas.

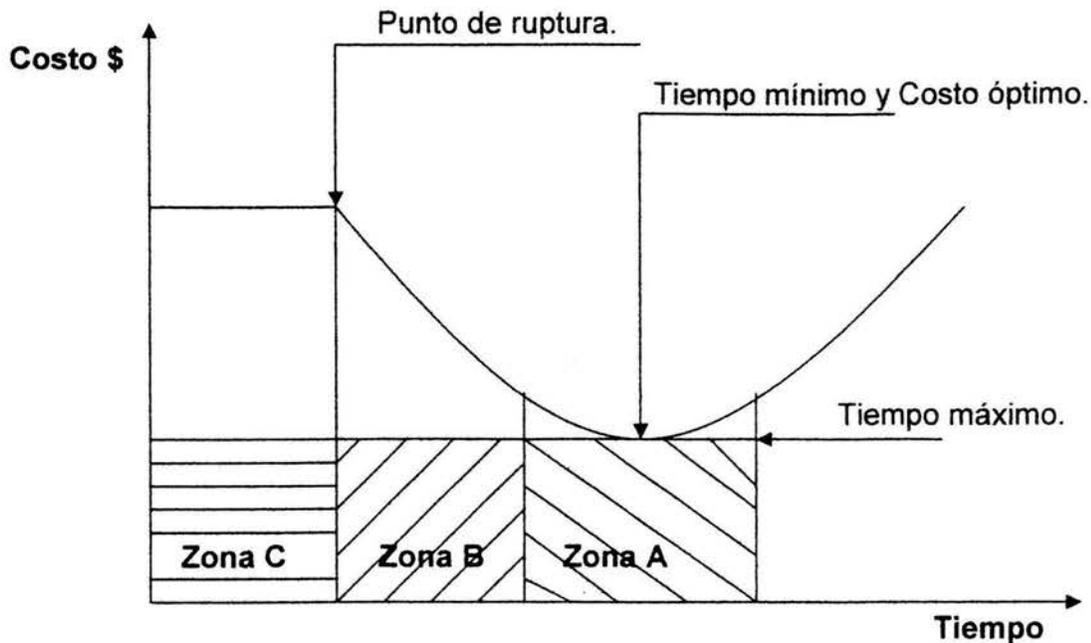
Definición de Proyecto: Un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendente a resolver, entre muchas, una necesidad humana.

Para tomar una decisión sobre un proyecto es necesario que éste sea sometido al análisis multidisciplinario de diferentes especialistas. Una decisión de este tipo no puede ser tomada por una sola persona con un enfoque limitado, o ser analizada desde un punto de vista.

El costo de una obra (entre otros factores) depende del tiempo de duración de la misma, existe un punto donde el costo es menor.

A continuación se muestra una gráfica que representa diferentes zonas respecto a la duración y costo de un proyecto determinado.

Figura 6.0.1 Curva costo beneficio



CURVA COSTO-BENEFICIO

De acuerdo a la gráfica, se encuentran tres zonas que corresponden a las posibilidades de Costo-Duración de una obra determinada. La Zona C, representa un adelanto y terminación de la ejecución de los trabajos en menor tiempo, lo que se traduce en un incremento del costo hasta llegar al punto de ruptura, a partir de este punto, ya es factible la realización del proyecto. En la zona B se observa un adelanto o avance menor que la zona C, adecuándose a un costo menor. En la Zona A, se llega a una serie de puntos que a medida que se acercan al tiempo óptimo, forman una serie de rectas paralelas respecto a la horizontal, aquí se utiliza un sistema que consiste precisamente en reducir los costos en función del tiempo. Con ello, se maximizan rendimientos y reducen gastos que generan pérdidas.

Se ha visto con anterioridad el concepto de ruta crítica, sin embargo, no siempre es posible estimar con precisión la duración de todas las actividades. El método de Pert involucra un principio de incertidumbre para determinar la duración de cada actividad, según los siguientes conceptos:

To = Tiempo óptimo.
 Tp = Tiempo pesimista.
 Tm = Tiempo medio.

Tiempo Estándar $T_s = (T_o + 4T_m + T_p) / 6$

Otro método en el que se involucra el costo de cada actividad, es el de la Pendiente. Con este método se puede determinar el costo óptimo en el tiempo mínimo.

MÉTODO DE LA PENDIENTE.

Es similar al anterior, pero en este caso, se le asigna su costo a cada actividad. Para poder utilizar éste método se necesitan definir los siguientes conceptos.

Matriz de secuencias (Ms).- Se puede establecer por:

- a).- Antecedentes e identificación de las actividades que deben estar terminadas para continuar con las siguientes.
- b).- Secuencias o proceso de identificación que pueden hacerse al terminar otra actividad.

Matriz de tiempos.- Se refiere a la asignación por medio de un análisis con base a la experiencia de los tiempos de realización de cada actividad. El principio es el mismo que para el método de Pert, se utiliza la misma ecuación.

$$\text{Tiempo estándar (Ts)} = (To + 4Tm + Tp) / 6$$

Matiz de información.- Una disminución de tiempo de realización de la obra implica un sobre costo en el costo directo, pero eventualmente una reducción en el costo indirecto.

Elasticidad.- Es un posible retraso o adelanto indicado en cada una de las actividades. Muestra qué actividades son susceptibles de modificación en el tiempo.

Holgura.- Es la posibilidad de retrasar o adelantar una actividad, sin alterar otros trabajos.

Holgura Total.- Es aquella que no afecta la terminación del proyecto completo.

Holgura Libre.- Es aquella que no modifica la terminación de un proceso.

Holgura Independiente.- Es aquella que no modifica la terminación de actividades anteriores ni posteriores.

$$\% \text{ de Compresión, } \%C = (Ts - To) / Ts$$

$$\% \text{ de Expansión, } \%E = HT / Ts$$

$$\text{Holgura Total (HT)} = Mj - Pi - t$$

$$\text{Holgura Libre (HL)} = Pj - Pi - t$$

$$\text{Holgura Independiente (Hi)} = Pj - Mi - t$$

$$\text{Pendiente (m)} = (L - n) / (t - To)$$



Es importante destacar que con el método de la pendiente se puede establecer un rango muy cercano al punto óptimo de la curva costo beneficio.

Costo Normal.- Se refiere a las actividades en el tiempo estándar.

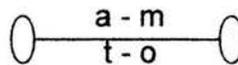
Costo Mínimo.- Se refiere a las actividades realizadas en tiempo mínimo.

PROCEDIMIENTO PARA EL TRAZO DE LA RED.

1.- Identificar la red y dibujarla.

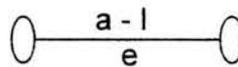
2.- Aplicar el método del Maximum: Consiste en dividir el proyecto en todos los caminos posibles, acumulando los tiempos óptimos. Se llega al último nodo con varios tiempos óptimos y se selecciona el tiempo más largo.

Acumulado = a



Pendiente = m

Tiempo estándar = t



Tiempo óptimo = o

3.- Se vuelve a trazar la red pero ahora con el siguiente principio:

l = Incremento

e = Tiempo definitivo de cada actividad

4.- A partir del camino óptimo se deben analizar todos los subsistemas para poder comprimir.

Ejemplo de aplicación: Con los datos consignados en la siguiente tabla, se calcula la ruta crítica y se obtiene el costo.

n(\$)= Costo en tiempo estándar.

L(\$)= Costo en tiempo definitivo.

m(\$)= Pendiente.

En este caso, el tiempo óptimo determina la ruta crítica.

Los cálculos se realizan sobre la misma tabla.

Tabla 6.0.1 Método de la pendiente. Matriz de tiempos.

Actividad	Secuencias	To	Tm	Tp	t	n(\$)	L(\$)	m(\$)
0	1, 3, 8, 9, 11							
1	2	1	2	3	2	300	700	400
2		1	2	5	3	800	1000	100
3	13, 15	2	3	4	3	1000	1300	300
4	15	2	3	4	3	600	750	150
5	6	2	3	4	3	900	1000	100
6	21	2	5	12	6	900	1300	100
7	16	3	5	12	6	500	1100	200
8	10	1	1	1	1	100	100	0
9	12	1	2	3	2	400	550	150
10	16, 18	4	6	8	6	700	1000	150
11	5, 7	1	1	1	1	300	300	0
12	20	3	6	12	7	700	1100	100
13	14	1	2	3	2	1000	1600	600
14	21	2	2	2	2	800	800	0
15	21	1	3	5	3	200	600	200
16	17	1	1	1	1	400	400	0
17		2	3	4	3	900	1000	100
18	19	2	2	2	2	300	300	0
19	20	1	1	1	1	600	600	0
20		1	2	3	2	500	700	200
21		1	2	6	3	880	1080	100
Sumas						12780	17280	2950

Fuente: Elaboración propia

$n = \$ 12,780.00$ (TIEMPO ESTÁNDAR)

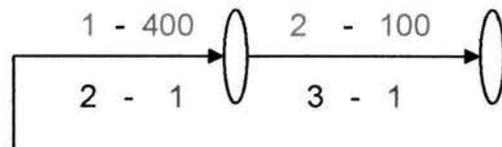
$L = \$ 17, 280.00$ (TIEMPO MÍNIMO)

$N + I = \$ 12,780 + \$ 1,650 = \$ 14,430.00$ (TIEMPO ÓPTIMO)

SE TIENE UN AHORRO DE:

$A = \$ 17,280.00 - \$ 14,430.00 = \$ 2,850.00$

Para seguir con el ejemplo, se tiene la siguiente nomenclatura:



PENDIENTE O COSTO.

NÚMERO DE ACTIVIDAD.

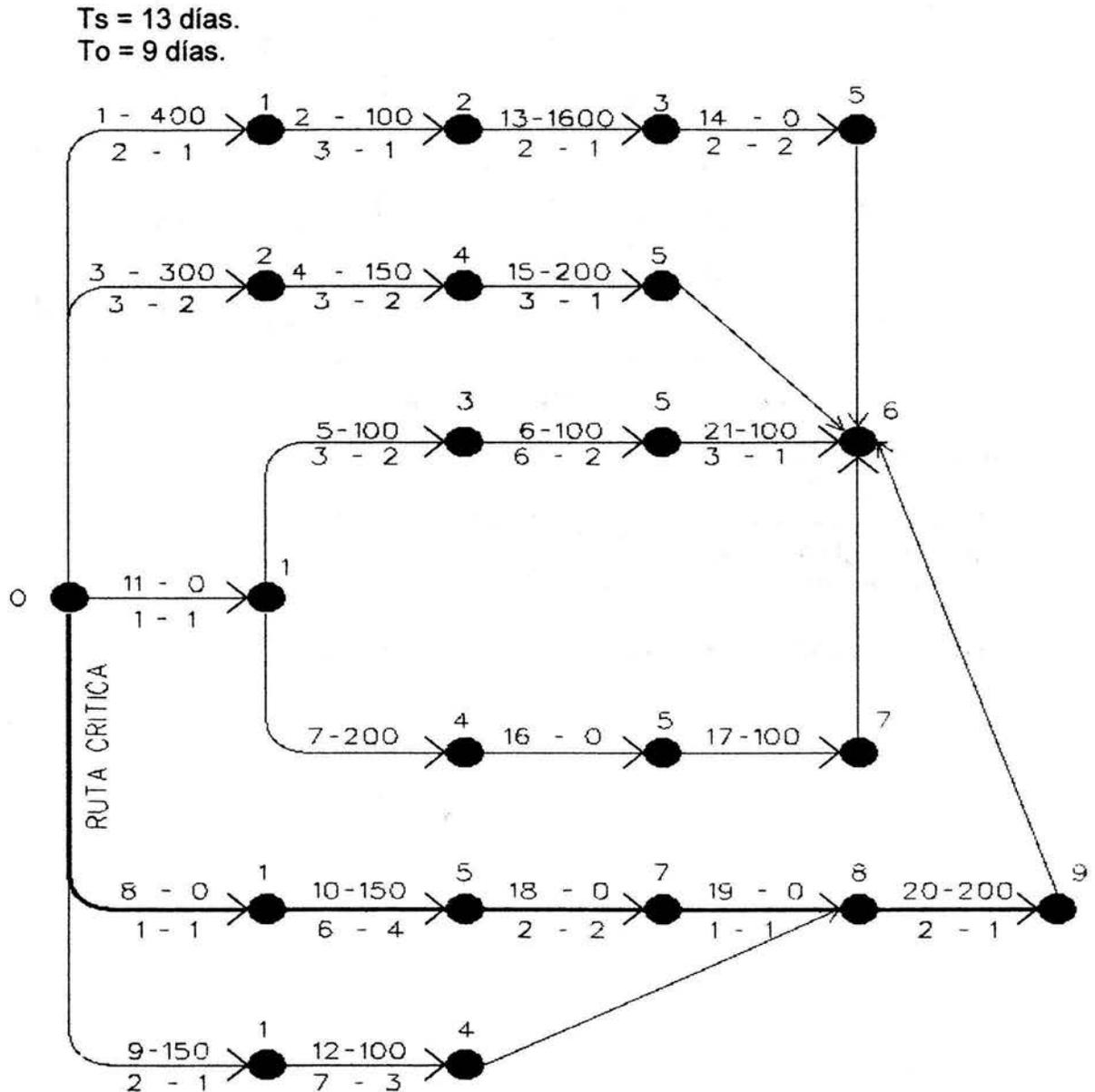
TIEMPO ESTÁNDAR.

TIEMPO ÓPTIMO.

El número en amarillo representa la ruta que se toma, ya sea por medio del tiempo óptimo o por medio de tiempo estándar. De este modo, se pueden obtener diferentes rutas, para el caso que interesa, el tiempo óptimo determina la ruta crítica.

Observando el siguiente esquema se obtiene un Tiempo Estándar (T_s) = 13 Días, y un Tiempo Óptimo (T_o) = 9 Días. El tiempo óptimo determina la ruta crítica.

Figura 6.0.2 Trazo de la red.



Fuente de elaboración propia.

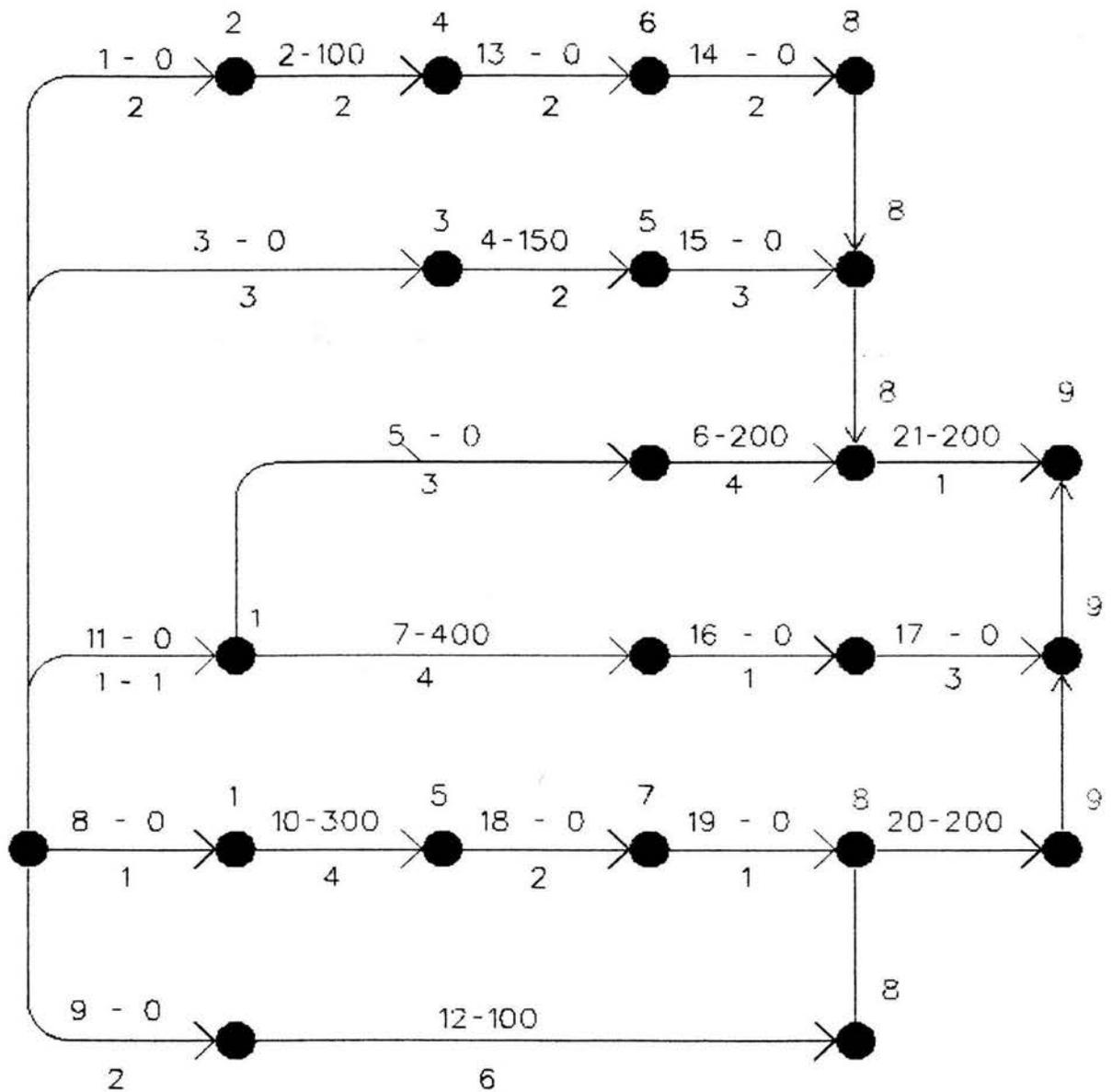
El tiempo óptimo determina la ruta crítica.

$$\sum m = 2950$$

$$l = 1650$$

$\Sigma N = 12780$ (Ts)
 $\Sigma L = 17280$ tiempo mínimo.
 Costo en tiempo óptimo = $12780 + 1650 = \$ 14,430.00$

Figura 6.0.3 Trazo de red en tiempo óptimo.



Fuente de elaboración propia.

ASIGNACIÓN Y BALANCEO DE RECURSOS.

Finalmente se ha logrado un programa de barras, en el que se han optimizado los tiempos de ejecución y se han respetado aquellas restricciones involucradas en el proceso constructivo, de recursos disponibles, etc. Pero seguramente no ha sido posible tomar en cuenta todos los factores que intervienen en el proceso.

Las barras representan a escala la duración de cada actividad, pero también pueden representar a cada uno de los recursos y expresarse en términos de dinero, personal, materiales, equipo, maquinaria, etc.

Si en cada espacio de tiempo anotamos el recurso que deseamos analizar, podrán totalizarse sumando todo lo que requiere cada actividad que se ejecute en forma simultánea en el mismo periodo de tiempo y si su distribución a lo largo del tiempo no se satisface, haremos los corrimientos o ajustes de las actividades que lo permitan (de acuerdo con las reglas para el uso de holguras), hasta obtener la mejor distribución, evitando picos en las necesidades o logrando hacer el mismo trabajo con menor número de máquinas, personal, o aprovechándolos de una forma más efectiva.

No siempre se logran evitar algunas variaciones en la distribución de los recursos, quedando esta posibilidad limitada por la estructuración de las holguras.

Método para la asignación y balanceo de recursos.

- 1.- Dibuje la red a escala, primero usando solamente las holguras libres.
- 2.- Trace la ruta crítica, las actividades ficticias se dibujan verticales.
- 3.- A continuación dibuje todas las cadenas, cuidando no omitir ninguna. Dibuje con línea continua la duración y las holguras libres con línea interrumpida.
- 4.- Anote en cada espacio el recurso analizado y obtenga los totales de cada periodo.
- 5.- Si la distribución no se satisface, haga uso de las holguras libres e intente una distribución más equilibrada.

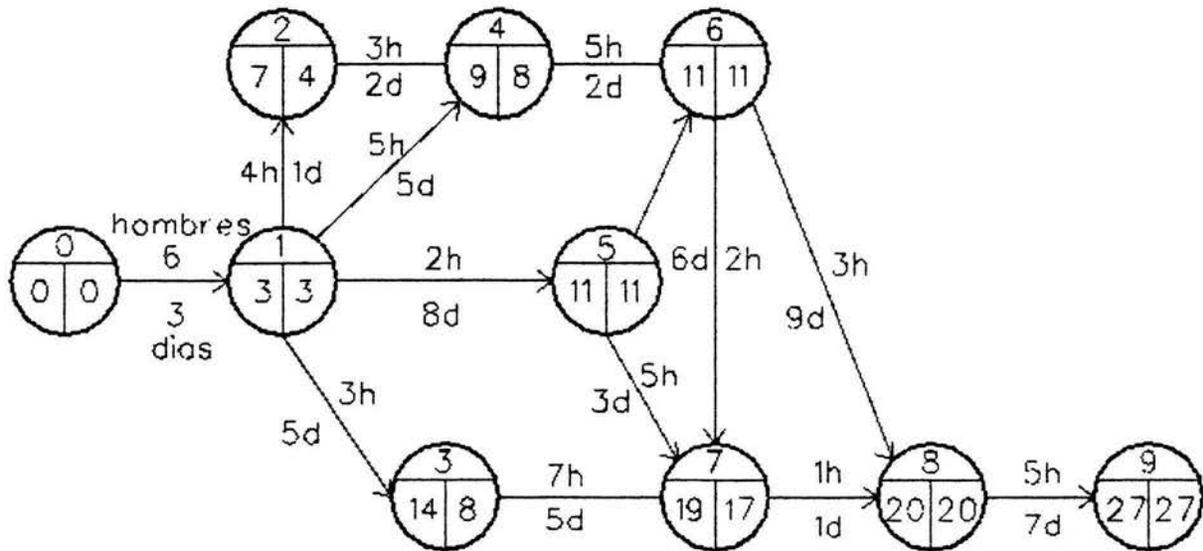
A continuación se presenta un ejemplo desde el trazo de la red.

Tabla 6.0.2 Matriz de actividades, duración, holguras y tareas críticas.

ACTIVIDAD	DURACIÓN	IP	TP	IR	TR	HT	HL	CRÍTICA
0-1	3	0	3	0	3	0	0	X
1-2	1	3	4	6	7	3	0	
1-3	1	3	8	9	14	6	0	
1-4	5	3	8	4	9	1	0	
1-5	8	3	11	3	11	0	0	X
2-4	2	4	6	7	9	3	2	
3-7	5	8	13	14	19	6	4	
4-6	2	8	10	9	11	1	1	
5-6	0	11	11	11	11	0	0	X
5-7	3	11	14	16	19	5	3	
6-7	6	11	17	13	19	2	0	
6-8	9	11	20	11	20	0	0	X
7-8	1	17	18	19	20	2	2	
8-9	7	20	27	20	27	0	0	X

Fuente de elaboración propia

Figura 6.0.4 Esquema de asignación y balanceo de recursos



Fuente de elaboración propia

En el cuadro anterior se observa un ejemplo tipo que indica las actividades, duración, holguras y tareas críticas, las cuales se representan en el esquema.

En la tabla 6.0.2 se han vaciado los datos del ejemplo ilustrado anteriormente, el cual consta de nueve actividades con cinco críticas, así mismo, indica las holguras (relleno verde) que permitirán manejar las actividades convenientemente. De hecho, se manipulan y organizan los recursos para que se uniformicen y no tengan disparidad como en el primer cuadro antes de hacer el primer balance entre la columna 11 y 12 del número 7 cambia drásticamente a 18. Nótese que lo importante de esta gráfica es uniformizar los insumos utilizando las holguras como se ejemplifica en los balances posteriores del mismo cuadro. También éste procedimiento puede utilizarse para otros insumos como maquinaria, materiales, etc. El método es capaz de realizarse en forma general, es decir, que incluya tantos insumos como se necesiten y convertirlo en dinero, que nos permita obtener un COSTO PRONÓSTICO del valor que resulta del análisis efectuado.

Se ha visto como se realiza un programa de obra y falta saber como evaluar y controlar la obra misma. A continuación se mencionan algunos métodos útiles para ello.

HERRAMIENTAS DE CONTROL TIEMPO-COSTO-AVANCE.

Las comparaciones línea a línea tienen la virtud de ser muy precisas y específicas, pero no entregan información acerca de la evolución de los costos de una manera dinámica, desde el inicio de la ejecución; para esto se pueden construir las curvas "S" de costos presupuestados, abarcando todo el periodo de ejecución e implementado su seguimiento periódico.

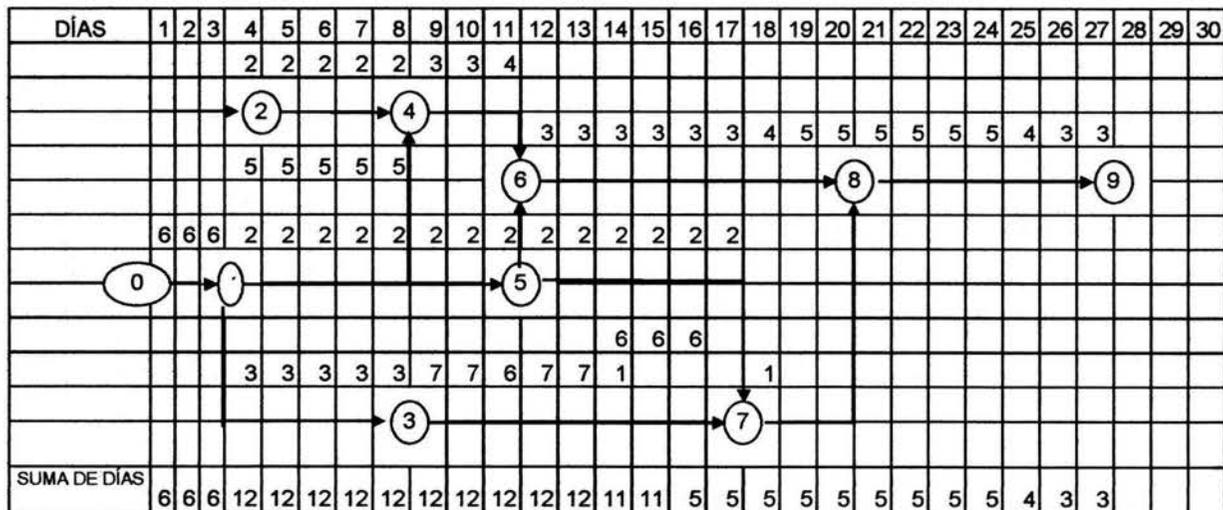
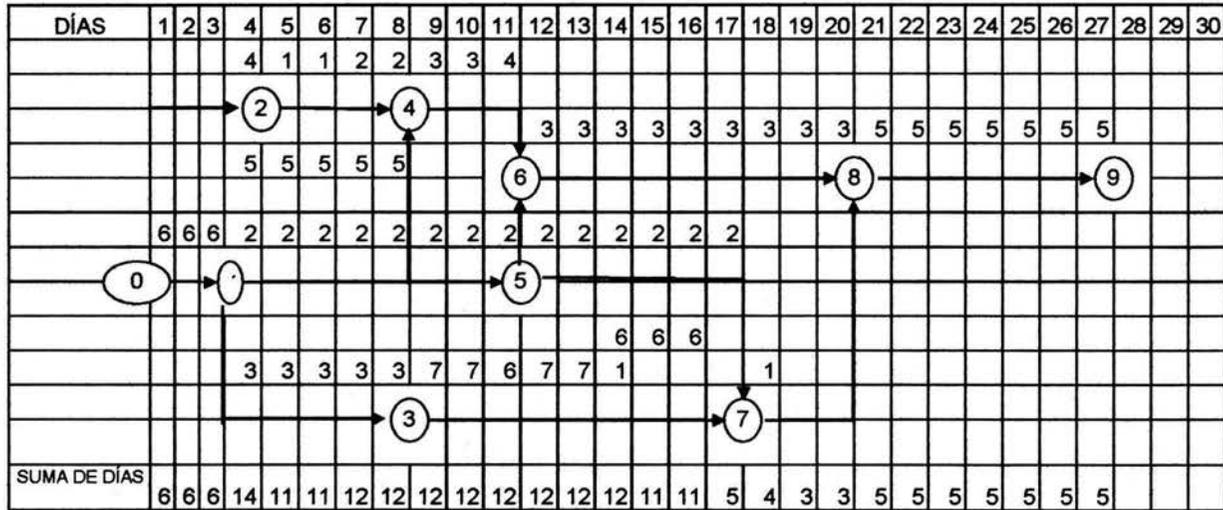
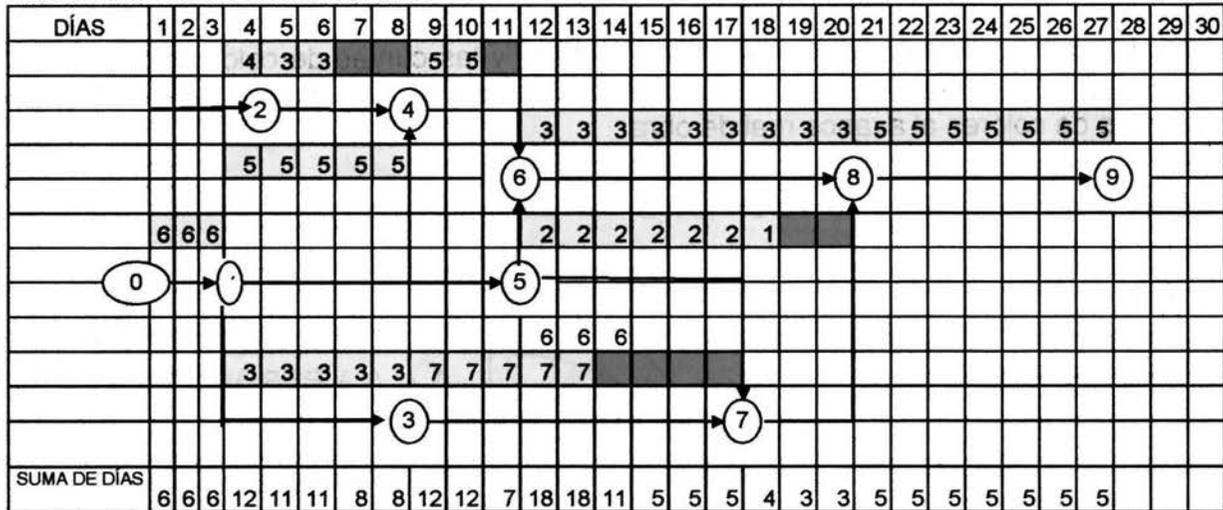
CURVAS DE CONTROL DE COSTOS.

Las curvas de control muestran el perfil del comportamiento acumulado de los costos reales, en relación con el Presupuesto Oficial. Las curvas pueden construirse y controlarse tanto en unidades monetarias como en porcentaje (%) en relación con el costo presupuestado.

Demostremos por hecho, evidentemente, que las unidades monetarias que dan origen al control de costos son de igual valor adquisitivo que el presupuesto.

Se explicará a grandes rasgos la forma en que se construye una curva "S" de costos. En este caso se emplea para comparar el avance real contra el programado y ver que desviación existe en un momento o fecha de control. Se grafican los datos del programa original de obra en una curva "S" (color negro) y también se grafican los avances reales en otra curva punteada (en color azul y/o rojo punteada), donde se puede observar si existe un adelanto, entonces se tendría una delta positiva ($\Delta+$) y contrariamente si se tratara de un atraso sería una delta negativa ($\Delta-$). Se muestra un ejemplo en el capítulo de control de obra en base a los programas.

Tabla 6.0.3 Balanceo de recursos



Fuente de elaboración propia.

De acuerdo a la grafica de la curva "S" de avance físico combinada con diagrama de barras de la figura anterior, se observan las diferentes actividades en el calendario mostrado, indicando los periodos de ejecución y su peso específico dentro del programa de obra. La zona sombreada en amarillo representa el calendario programado y la zona en verde representa el ejecutado con sus respectivos porcentajes de ejecución, de tal modo que al final de la tabla se tiene un resumen de avances; Programado y Real, con lo que se puede construir la curva "S" y establecer en qué condiciones se encuentra la obra en una fecha de control.

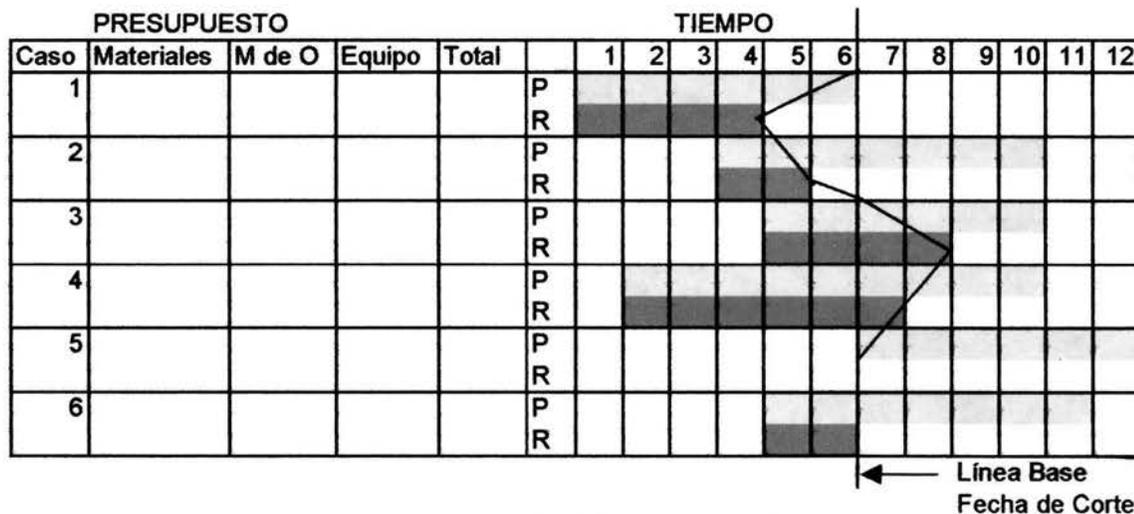
Se pueden realizar tantos controles como sean necesarios, lo más común es que se elaboren semanalmente y hacer reportes mensuales. La curva superior, en este caso representa el avance programado y la curva corta representa el avance real.

Para organizar un buen control de una obra determinada, se deben realizar los programas necesarios y suficientes que permitan controlar el desarrollo de la obra en términos normales, es decir, que no existan atrasos de obra que incrementen el costo de la misma. Existen diferentes programas como son: Programa de Mano de Obra, de materiales, de maquinaria y equipo, etc. Posteriormente se trataran con más claridad.

REPORTE DIENTE DE SIERRA.

Este reporte es similar a la curva "S" combinado con gráfico, la diferencia radica en que no cuenta con la curva, sino que se grafican las desviaciones en forma precisamente de diente de sierra como se ilustra en el siguiente ejemplo:

Figura 6.0.7 Reporte diente de sierra.



Fuente de elaboración propia.

Observando el cuadro, se ven las actividades programadas en color amarillo y en color verde el avance real en tiempo actualizado respecto a la línea base o fecha de corte. Se traza la línea diente de sierra que parte de la fecha de corte hacia los puntos donde se

Relación: Costo y Avance Real vs. Programado.

Caso 1.- Ahorro + Atraso: El método constructivo no está dando resultado y puede retrasar la obra.

Caso 2.- Sobrecosto + Atraso: Gasto más y no avanza. Puede haber un error de programación.

Caso 3.- Sobrecosto + Adelanto: Puedo abatir costos e incrementar tiempos.

Caso 4.- Ahorro + Adelanto: Se ha gastado menos y hay avance. Puede ser un error a favor.

Caso 5.- La actividad todavía no inicia.

Caso 6.- Sobrecosto en Programa: Se avanza de acuerdo a lo planeado y el sobrecosto puede ser normal por la inflación.

Con las herramientas se han obtenido suficientes recursos para entender el origen, elaboración, funcionamiento y control de los programas de obra.

En el proyecto del puente vehicular Periférico Arco Oriente Canal de Chalco, se generaron diferentes programas con la finalidad de controlar las diversas tareas de construcción del puente.

6.1 PROGRAMACIÓN GENERAL DE OBRA.

6.1.1 OBJETIVO.

El programa general de obra del puente vehicular Periférico Oriente-Canal de Chalco, consiste en la explicación del plan a cada uno de los elementos técnicos que en forma directa intervinieron en la obra, con la finalidad de que estuvieran enterados de las actividades que se tenían que desarrollar, la secuencia que debían seguir en su ejecución, el tiempo asignado a cada uno de los trabajos y su interdependencia con las demás actividades del proyecto, de este modo, se agruparon las tareas constructivas, administrativas y financieras que permitieron controlar eficientemente el desarrollo de la obra en el tiempo establecido y con los recursos disponibles.

Una vez que se tuvieron las especificaciones generales y se determinaron las empresas encargadas de la construcción, se comenzaron a examinar las diferentes etapas constructivas para organizar un programa general de obra.

Durante la elaboración de los programas de obra, se establecen normas, condiciones y especificaciones a que están sujetos los procedimientos constructivos.

Estos programas, tienen la finalidad de verificar avances y detectar desviaciones durante la construcción.

Existen diferentes programas que influyen directamente en la programación general de la obra. A continuación se mencionan algunos de ellos.

6.1.2 PROGRAMA DE CONCURSOS.

Las principales actividades para los concursos de la construcción del puente Periférico Canal de Chalco, son:

1. Excavación, relleno y bacheo en Chalco.
2. Fabricación, transporte e hincado de pilotes.
3. Laboratorio para el aseguramiento de calidad.
4. Tapial para el confinamiento de obra.
5. Obra civil.
6. Aseguramiento de calidad para trabes.
7. Trabes prefabricadas.
8. Alumbrado.
9. Asfalto.
10. Jardinería
11. Señalamiento.

De estas actividades ocho se hicieron por asignación directa y tres por concurso.

Tabla 6.1.2 Programa de concursos.

TABLA 6.1.2. PROGRAMA DE CONCURSOS						
9740010	EXCAVACIÓN, RELLENO Y BACHEO.		INVITACIÓN			TRAVEG
9740010	FABRICACIÓN, TRANSPORTE E HINCADO DE PILOTES.	OPC-IN-90-97	PÚBLICA	24/03/1997	26/03/1997	INDI
9740010	LABORATORIO PARA EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.	OPC-126-97	INVITACIÓN	04/04/1997	08/04/1997	LIAC
9740010	TAPIAL PARA EL CONFINAMIENTO DE OBRA.	OPC-128-97	INVITACIÓN	07/04/1997	08/04/1997	GAMI
9740010	OBRA CIVIL	OPC-139-97	PÚBLICA	13/04/1997	16/04/1997	INDI
9740010	TRABES PREFABRICADAS.	OPC-174-97	PÚBLICA	17/04/1997	18/04/1997	PRESISA
9740010	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN TRABES.		INVITACIÓN			LIAC
	ALUMBRADO	OPCD-218-97	INVITACIÓN			NORMINDUS
	ASFALTO	OPCD-219-97	INVITACIÓN	26/04/1997	28/04/1997	INDI
	JARDINERÍA		INVITACIÓN			
	SEÑALAMIENTO		INVITACIÓN			

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

6.1.3 PROGRAMA GENERAL DE CONSTRUCCIÓN.

Para poder llegar al programa general de construcción, se evalúan las actividades preponderantes a seguir y se elabora una ruta crítica, basada principalmente en la experiencia constructiva de las empresas participantes, la cual, determina el tiempo de duración de las tareas en la obra y la prioridad de cada una de ellas.

Después de haber definido las actividades y el tiempo de ejecución por medio de ruta crítica, se elabora el programa de avance físico general.

El programa de avance físico general, es una guía en forma de diagrama de barras, el cual, muestra el tiempo de duración de todas las actividades constructivas, así como las fechas de inicio y terminación de los diferentes trabajos que se van a realizar. Simultáneamente, éste programa tiene la función comparativa que señala el avance real respecto al planeado.

La ventaja que se obtiene de este documento, es que se detectan a tiempo desviaciones que pueden influir en el desarrollo de la obra. Para este caso en particular se controlaron en parámetros normales.

En la tabla 6.1.3. Se muestra el programa de avance físico general, el cual señala las diferentes actividades constructivas, el porcentaje ponderado de cada una, el avance programado respecto al real, avance relativo, situación y porcentaje de avance general. Los números sombreados corresponden al avance programado y los números en blanco el avance real.

La situación, indica el porcentaje diferencial que existe entre al avance programado y el avance real, ya sea en la situación relativa o en la situación general.

Tabla 6.1.3 Programa de avance físico general

		PUENTE VEHICULAR PERIFÉRICO CANAL DE CHALCO																											
NO.	ACTIVIDAD	%	TIEMPO	MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE					
				7 al 12	13 al 19	21 al 27	28 al 4	5 al 11	12 al 18	19 al 25	26 al 12	3 al 9	10 al 16	17 al 23	24 al 30	31 al 16	7 al 13	14 al 20	21 al 27	28 al 13	4 al 10	11 al 17	18 al 24	25 al 1	2 al 8	9 al 15	16 al 22	23 al 29	
	PUENTE PERIFÉRICO CANAL DE CHALCO	100	P	0.80%	1.80%	13.90%	13.20%	17.10%	18%	26.30%	23.80%	32.30%	37.40%	49.00%	42.80%	48.40%	51%	54.80%	60.80%	68.80%	78.70%	78.80%	80.80%	88.80%	92.30%	92.80%	100%		
	AVANCE FINANCIERO		R	0.33%	0.40%	8.80%	8.80%	22%	22.40%	24.30%	25%	41.80%	45.80%	53.80%	61.30%	66.10%	68.40%	72.30%	74.30%	81.30%	85.80%	88.80%	87%	87.10%	87.30%	91.30%	94.80%		
1	CALAS Y PRELIMINARES	1.5	P	42%	100%																								
			R	40%	100%																								
2	FABRICACIÓN E HINCADO DE PILOTES	15	P			78%	88%	100%																					
			R			33%	56%	100%																					
3	MURO ESTRIBO EJE 1	2	P							22%	78%	88%	100%																
			R							44%	94%	97%	100%																
4	ZAPATA 1	2.5	P							20%	47%	83%	100%																
			R							20%	47%	83%	100%																
5	ZAPATA 2	2.5	P						5%	24%	47%	71%	100%																
			R						5%	24%	47%	71%	100%																
6	ZAPATA 3	2.5	P							23%	72%	87%	92%	93%	100%														
			R							10%	24%	49%	86%	100%															
7	ZAPATA 4	2.5	P						16%	20%	24%	48%	100%																
			R						16%	20%	24%	48%	100%																
8	ZAPATA 5	2.5	P							27%	49%	81%	70%	88%	100%														
			R							17%	24%	34%	65%																
9	ZAPATA 6	2.5	P								3%	25%	39%	74%	100%														
			R								3%	25%	39%	74%	100%														
10	ZAPATA 7	2.5	P								8%	72%	82%	100%															
			R							10%	24%	70%	86%	94%															
11	ZAPATA 8	2.5	P							10%	22%	92%	78%	90%	100%														
			R							10%	22%	92%	78%	90%	100%														
12	MURO ESTRIBO EJE 10	2	P								16%	22.40%	79%	80%	100%														
			R								16%	22.40%	79%	80%	100%														
13	FABRICACIÓN DE TRABES	10	P									10%	40%	81%	89%														
			R									10%	40%	81%	89%														
14	TRANSPORTE Y MONTAJE DE TRABES	8	P										4%	11%	23%														
			R										4%	11%	23%														
15	FIRME DE COMPRESIÓN	4	P																										
			R																										
16	TRABES DE BORDE Y PEINES	2.5	P																										
			R																										
17	CABEZALES POSTENSADOS	2	P																										
			R																										
18	POSTENSADO UNIÓN DE TRABES	2.5	P																										
			R																										
19	FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE PARAPETO	5	P																										
			R																										
20	ASFALTO SOBRE PUENTE	3	P																										
			R																										
21	VIALIDAD A SUR	3	P																										
			R																										
22	VIALIDAD A NORTE	3	P																										
			R																										
23	VIALIDAD B	2	P																										
			R																										
24	VIALIDAD C	1.5	P																										
			R																										
25	VIALIDAD D	1.5	P																										
			R																										
26	ALUMBRADO	3	P																										
			R																										
27	OBRA EXTERIOR	4	P																										
			R																										
28	JARDINERÍA	2	P																										
			R																										
29	SEÑALAMIENTO Y TRABAJOS FINALES	2.5	P																										
			R																										

6.1.4 PROGRAMAS DE ACTIVIDADES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

Para un mayor control de la construcción, se elaboran programas particulares de las 29 actividades civiles, cada uno de ellos contiene un calendario sistematizado de las etapas constructivas de las estructuras que componen al puente vehicular.

Los programas de actividades de los elementos estructurales, son un conjunto de diferentes etapas donde se encuentran involucrados los distintos trabajos que componen a cada una de las estructuras.

En la tabla 6.1.4. Se muestra el programa de obra del elemento estructural zapata 6.

Se observa que cada actividad sigue un orden constructivo. Cabe mencionar que estos programas de avance, reflejan la situación en que se encuentran los elementos estructurales respecto al avance programado.

6.1.5 PROGRAMA DE AVANCE FÍSICO GENERAL POR CONCEPTO.

De acuerdo al catalogo de conceptos, se elaboró un programa de avance físico por concepto. Este consta de 82 descripciones basado en el catalogo de conceptos, que en forma análoga a los anteriores muestra el avance programado con el real de cada uno de los conceptos y otros datos como se describen en las tablas 6.1.5.1, 6.1.5.2 y 6.1.5.3.

Tabla 6.1.4 Programa de obra del elemento estructural zapata 6

PUENTE VEHICULAR PERIFÉRICO CANAL DE CHALCO																													
NO.	ACTIVIDAD	%	TIEMPO	JULIO														AGOSTO											
				12	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	1	2	4	5	6				
				S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M				
	ZAPATA 6	100	P	24.40%	26.80%	31.10%	33.60%	35.55%	43.86%	49.48%	68.72%	68.22%	71.00%	72.40%	78.66%	81.13%	82.32%	85.05%	86.81%	83.05%	85.80%	86.88%	100.00%						
			R	20%	22%	25%	25%	32%	32%	33%	38%	38%	39%	49%	52%	56%	71%	72%	74%	75%	82%	86%	88%	90.00%					
1	TRAZO Y VELACIÓN	3	P																										
			R																										
2	EXCAVACIÓN	10	P																										
			R																										
3	PLANTILLA	3	P																										
			R	100%																									
4	DESCABECE DE PILOTES	8	P																										
			R	75%	100%																								
5	ARMADO DE LOSA Y CONTRA TRABES	10	P	4%	28%	71%	96%	100%																					
			R			2%	45%	80%	83%	91%	95%	98%	100%																
6	DUCTOS Y TORONES PARA POSTENSADO	4	P				16%	84%	100%																				
			R								100%																		
7	CIMBRADO	13	P					7%	50%	84%	100%																		
			R											20%	100%														
8	COLADO DE LOSA Y CONTRA TRABE	9	P								100%																		
			R											7%	50%	84%	100%												
9	DESCIMBRADO	3	P								50%	100%																	
			R														95%	100%											
10	ARMADO DE COLUMNAS	8	P							7%	84%	90%	100%																
			R								7%	43%	45%	48%	84%	90%	100%												
11	CIMBRADO Y COLADO DE COLUMNAS	8	P											16%	84%	100%													
			R														4%	12%	30%	62%	85%	100%							
12	RELLENOS	3	P											4%	28%	71%	95%	100%											
			R																										
13	ARMADO DE CAPITELES	11	P														4%	28%	71%	95%	100%								
			R														4%	12%	17%	19%	52%	74%	80%	85%					
14	CIMBRA Y COLADO DE CAPITELES	7	P														7%	50%	84%	100%									
			R																										40%

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Tabla 6.1.5.1 Programa de avance físico general por concepto

NO	CONCEPTO	AÑO																															AÑO																															AÑO																															AÑO																																																												
		DÍAS																																																																																																																																																									
1	LIMPIEZA TRAZO Y VILACIÓN	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
2	RETIRO DE LINEAS DE ALUMBRADO EXISTENTE	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
3	DEMOLICIÓN DE ELEMENTOS DE CONCRETO EXISTENTE	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
4	EXCAVACIÓN	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
5	SUBMINISTRO Y RELLENO DE TEPETATE	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
6	RELLENO CON PRODUCTO DE EXCAVACIÓN	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
7	PLANTILLA DE CONC. SIMPLE F=100 kg/m ³	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
8	SUM Y COL. DE ACERO DE REFORZADO	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
9	SUM Y COL. DE CUBRERA PARA ORIENTACIÓN	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
10	SUM JUNTA CLOSETA DE 8UF	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
11	SUM Y COL. DE CUBRERA METALICA PARA COLUMNA	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
12	SUM Y COL. DE CUBRERA PARA ACABADO EXISTENTE	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
13	SUM Y COL. DE CUBRERA DE FIBRA DE VIDRIO ROLADA	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
14	SUM Y COLOCACION DE CUBRERA METALICA PARA ACABADO AFERENTE DE CARTEL	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
15	SUM Y COLOCACION DE TUBO PVC	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
16	REFABRICACION EN OBRA DE TRABES	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
17	SUM Y COL. DE CONCRETO ESTRUCTURAL F=150 kg/m ³	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
18	SUM Y COL. DE CONCRETO ESTRUCTURAL F=150 kg/m ³	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
19	SUM Y COL. DE CONCRETO BLANCO ESTRUCTURAL F=150 kg/m ³	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
20	SUM Y COL. DE MORTERO EXPANSOR	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
21	SUM Y COLOCACION DE MORTERO GROUT	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
22	SUM Y COL. DE PERNO DE ACERO A-36	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
23	ELABORACION DE BULBOS EN VARILLAS DE 1.25" Y 1"	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
24	PLACA DE DIFERENTES ESPESORES	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
25	SUBMINISTRO Y COLOCACION DE DAFRAGMA	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
26	SUM Y COLOCACION DE PERNOS ROSCADOS	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
27	SUM Y COL. DE ANCLAS DE ACERO A-36	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
28	SUM Y COL. DE JUNTA DE REGRUPO	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
29	SUBMINISTRO Y COLOCACION DE PARRILLO FABRICADO EN OBRA	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
30	EXCAVACION, COMPACTACION Y CONFINAMIENTO DE NIVEL	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
31	BANDEO Y ACABADO DE TEZONTLE	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
32	SUBMINISTRO Y COLOCACION DE BARRIO BASE DE GUAJA CEMENTADA	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
33	SUBMINISTRO Y COLOCACION DE BARRIO BASE DE GUAJA CEMENTADA	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
34	SUBMINISTRO Y COLOCACION DE MEMBRANA GEOTEXTIL	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
35	RAJADO DE CARPETA ASFALTICA	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
36	CONSTRUCCION DE CANALITA LATERAL	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									
37	CONSTRUCCION DE QUAMONCION	[Gantt chart bars]																																																																																																																																																									

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

6.2 PROGAMA DE UTILIZACIÓN DE MANO DE OBRA.

El programa de utilización de mano de obra es una herramienta que sirve para tener una estimación de la cantidad de personal necesario para el desarrollo de una función, correlacionado con el programa general de obra.

Para tener una estimación del personal que se empleará en la obra, deben considerarse algunos aspectos fundamentales como son; la cantidad de trabajo a ejecutar, tipo de tareas a realizar, condiciones generales del lugar y clima, periodo en que debe terminarse la construcción, entre otras. Evidentemente, la cantidad de obra y otros preponderantes, se conocen por medio de las especificaciones del proyecto, los cuales, se estudian y analizan para determinar el programa de avance físico.

El programa de utilización de mano de obra, está fundamentado en el programa general de obra, es decir, que a partir de éste, se obtiene una estimación del personal que deberá emplearse para cada uno de los trabajos. En este sentido, se procura evitar exceso y/o falta de personal durante el desarrollo de la obra.

6.2.1 PROGRAMA CALENDARIZADO DE UTILIZACIÓN DE PERSONAL TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO.

El programa de utilización de personal técnico y administrativo se divide en tres segmentos: Personal directivo, personal técnico y personal administrativo.

El personal directivo, lo forman los directores de las empresas que tienen a su cargo una obra determinada. En el caso del puente vehicular Periférico Canal de Chalco, se tomo como 0.5 del personal directivo, lo que quiere decir que se necesita la mitad del tiempo de un directivo para atender la construcción del puente.

El personal técnico se divide en lo que se conoce como superintendente y auxiliar de residente. Para el caso que se analiza, los factores son 1 y 2 respectivamente, lo que significa que se necesitará un superintendente de tiempo completo y dos auxiliares de residente.

Por ultimo, se encuentra al personal administrativo, que cuenta con administrador, jefe de personal, almacenista, velador y chofer. Análogamente, los factores numéricos indican la cantidad de personal que se empleo en la obra.

Todo lo anteriormente mencionado se visualiza en la tabla 6.2.1. La cual muestra el tipo de personal empleado durante la obra, los factores de cada uno de ellos y el periodo de tiempo utilizado.

Tabla 6.2.1 Programa de personal técnico y administrativo

TABLA 6.2.1. PROGRAMA CALENDARIZADO DE PERSONAL TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO																										
NO.	PERSONAL	ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE						
		3A	4A	1A	2A	3A	4A	1A	2A	3A	4A	1A	2A	3A	4A	1A	2A	3A	4A	1A	2A	3A				
1	DIRECTIVO	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		
2	TÉCNICO	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	SUPERINTENDENTE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	AUXILIAR RESIDENTE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
3	ADMINISTRATIVO	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
	ADMINISTRADOR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	JEFE DE PERSONAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	ALMACENISTA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	VELADOR	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	CHOFER	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

6.2.2 PROGRAMA CALENDARIZADO DE PERSONAL OBRERO.

Como ya se mencionó, este programa está basado en el programa general de obra. Es decir, que para llegar a la estimación de la cantidad y tipo de personal que se empleará en la obra, debe conocerse que tipo de trabajos se van a realizar, el periodo de tiempo, las condiciones generales de la obra y las especificaciones del proyecto. Así, se podrá hacer un cálculo con base en estos aspectos.

Tabla 6.2.2 Personal obrero.

TABLA 6.2.2. PROGRAMA CALENDARIZADO DE PERSONAL OBRERO																										
NO.	PERSONAL	ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE						
		3A	4A	1A	2A	3A	4A	1A	2A	3A	4A	1A	2A	3A	4A	1A	2A	3A	4A	1A	2A	3A				
	OFICIALES	4	4	5	6	7	7	9	10	11	14	18	17	19	19	24	27	27	27	27	29	32	26	25	21	9
1	OFICIAL ALBAÑIL DE PRIMERA	2	2	3	3	3	3	5	5	5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	5	5	5	3
2	OFICIAL ELECTRICISTA													2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	
3	OFICIAL SOLDADOR CALIFICADO					1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	2	1	1	1
4	OFICIAL PINTOR																					2	2	2	2	
5	TIPOGRAFO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	CABO (MANDO INTERMEDIO)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
7	CABO (TENDIDO DE ASFALTO)														1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	RASTRILLERO															3	3	3	3	3	3	5	5	5	2	
9	OFICIAL CARPINTERO				1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	
10	AZULEJERO																				3	3	2	3	3	
11	PLOMERO															3	3	3	3	2	2					
12	JARDINERO																					2	2	2	2	
	PEONES Y/O AYUDANTES	12	12	16	17	18	18	24	26	27	36	38	30	43	43	44	47	47	47	47	49	51	39	39	37	16
13	PEÓN	6	6	9	9	9	9	15	15	15	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	21	15	15	15	9
14	AYUDANTE DE ELECTRICISTA													4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	
15	AYUDANTE DE SOLDADOR					1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	2	1	1	1
16	AYUDANTE DE PINTOR																					4	4	4	4	4
17	AYUDANTE DE TIPOGRAFO	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
18	AYUDANTE DE CARPINTERO				2	2	2	2	2	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	2	2	
19	AYUDANTE DE AZULEJERO																					3	3	2	3	3
20	AYUDANTE DE PLOMERO															3	3	3	3	2	2					
21	AYUDANTE DE JARDINERO																					2	2	2	2	
22	PAILERO	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

6.3 PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE MATERIALES.

El programa de utilización de materiales consiste en la adquisición y suministro de todos los materiales que se emplean para la construcción del puente en forma programada.

Este programa tiene como objetivo principal la adecuación y cuantificación de los materiales que se emplearán en cada una de las estructuras de acuerdo al requerimiento y necesidad de los trabajos que se realizan durante la construcción del puente vehicular.

En otras palabras, el programa de utilización de materiales, como su nombre lo indica, es un sistema de administración programada de los materiales, de modo que en determinado momento de la obra no exista insuficiencia o exceso de los mismos, ya que ocasionaría retrasos en la construcción, o en su defecto, problemas con el almacenamiento de ellos. De esta forma, se hace una prevención para que no estorben o por el contrario, se desperdicien materiales, ya que representan mermas de tiempo y de capital.

Para llegar a la elaboración del programa de utilización de materiales, se debe hacer un plan cimentado en el programa general de obra, conociendo las especificaciones de las estructuras, para cuantificar la cantidad de materiales que se emplearán en la construcción del puente, sin perder de vista el programa calendarizado de todos los elementos y trabajos que se ejecutan conjuntamente.

En la tabla 6.3. Se observa el tipo de material, cantidad y fechas de adquisición de los diferentes productos que se emplearon en la construcción del puente vehicular Periférico Oriente-Canal de Chalco.

Tabla 6.3 Programa de adquisición y utilización de materiales

TABLA 6.3. PROGRAMA DE ADQUISICIÓN Y UTILIZACIÓN DE MATERIALES											
NO.	NOMBRE	UNIDAD	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEPT.	OCT.	VOLUMEN	FECHA
1	ALAMBRE RECOCIDO NO. 18	Kg.	1,413	1,413	1,413	1,413	1,413	1,413	1,413	9,893.85	17/01/1997
2	AGUA	m3	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	59.7	417.6	17/01/1997
3	ARENA	m3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	86	22/01/1997
4	ACERO DE REFUERZO fy=4200kg/cm2	Ton.			148.13	148.13	148.13			444	06/05/1997
5	ALAMBRO 1/4"	Kg.	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7	216.7		1300	16/04/1997
6	ACERO A-36	Kg.	100	100	100	100	50			450	15/04/1997
7	ANCLA DE ACERO A-36	Pza.			30	20	12			62	15/04/1997
8	AZULEJO DE TERCERA	m2						1500	1340	2840	16/04/1997
9	ACERO REFUERZO NO. 3 Fy=4200KG/CM2	Kg.	200	200	200	200	40			840	17/01/1997
10	AGUA EN PIPA	m3						150	94	254	21/01/1997
11	ALAMBRE DE PÚAS	ml			100	83				183	04/02/1997
12	BROCAL DE CONCRETO	Pza.				5	5			10	23/01/1997
13	CLAVO 2 1/2"	Kg.	100	150	200	300	300	150	144	1344	25/02/1997
14	CLAVO HASTA 6"	Kg.	50	50	100	50	38			286	14/01/1997
15	CHAFLÁN DE MADERA DE 3/4" X 8"	ml	100	100	100	100	100	100	74	674	17/01/1997
16	CEMENTO GRIS	Ton.	5	6	7	12	7	6	4	46	22/01/1997
17	CONCRETO ESTRUCTURAL F'c=250kg/cm2	m3		156	384	412	57			1011	16/04/1997
18	CONCRETO ESTRUCTURAL F'c=300kg/cm2	m3				38	26	21		85	16/04/1997
19	CONCRETO PREMEZCLADO BLANCO F'c=300kg/cm2	m3				100	100	70		270	16/04/1997
20	CELOTEX DE 1"	m2				2	2	2		6	12/03/1997
21	CELOTEX DE 19mm.	m2				15	16	15		46	14/04/1997
22	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=150kg/cm2	m3					50	31		81	17/01/1997
23	CONCRETO Fc=200kg/cm2	m3	5	8	8	8	8	8	7	52	08/04/1997
24	COLADERA DE FoFo PARA BANQUETA	Pza.					30			30	07/02/1997
25	CODO 20 cm.	Pza.					10			10	07/02/1997
26	CONCRETO HIDRÁULICO Fc=200kg/cm2	m3				1.2				1.2	12/02/1997
27	CAJA GALVANIZADA PARA TUBO DE 32mm.	Pza.						15		15	26/02/1997
28	CAJA GALVANIZADA PARA TUBO DE 38mm.	Pza.						165		165	16/04/1997
29	CONCRETO CLASE 1 Fc=250kg/cm2	m3	132	148	188	172	214	210	64	912	07/05/1997
30	CAJA GALVANIZADA PARA TUBO DE 51mm.	Pza.						7		7	16/04/1997
31	CINTA DE CRICETA	105mpza.					3	3		6	25/03/1997
32	CRAYONES DE CERA	Pza.		6						6	25/03/1997

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Tabla 6.3 Programa de adquisición y utilización de materiales

TABLA 6.3. PROGRAMA DE ADQUISICIÓN Y UTILIZACIÓN DE MATERIALES											
NO.	NOMBRE	UNIDAD	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEPT.	OCT.	VOLUMEN	FECHA
33	DIESEL	Lt.	800	800	800	800	800	800	550	4,150.00	14/01/1997
34	DETERGENTE EN POLVO	Kg.	75	75	75	75	75	75	75	525	31/12/1996
35	ESCALONES DE FOFO	Pza.						30	27	47	07/04/1997
36	EQUIPO DE SEGURIDAD VIAL	1 Jgo.	2							2	11/04/1997
37	ESQUINERO	Pza.				2				2	11/04/1997
38	ESTOPA	Kg.			20	20	15			55	04/02/1997
39	FERROBAU	Kg.				5				5	11/03/1997
40	FLEXOMETRO	Pza.	1	1	1	1	1	1	1	7	25/03/1997
41	FUNGICIDA	Kg.						2		2	07/02/1997
42	GRAVA	m3		10	10	10	10	10.2		50.2	17/01/1997
43	GRAVA CONTROLADA	m3					1028	1028		2056	08/04/1997
44	IMPERMEABILIZANTE INTEGRAL	Kg.						54.5		54.5	16/04/1997
45	LIBRETA DE TRANSITO	Pza.	30							30	25/03/1997
46	LOTE DE BREA Y YUTE PARA TRANSPLANTE ÁRBOL	Lote.						1		1	10/03/1997
47	MADERA PINO DE 3A. 1"X4"X8.25' (DUELA)	PT		700	800	800	800	700		3900	21/01/1997
48	MADERA DE PINO 3A. 2"X4"X8.25' (BARROTE)	PT		1000	1000	1000	1000			4000	21/01/1997
49	MORTERO EXPANSOR	m3					3	3		6	16/04/1997
50	MADERA DE PINO DE 3A. 2"X6"X2.44m.	PT		30	30	25				85	16/04/1997
51	MADERA DE PINO DE 3A. VARIOS TAMAÑOS	PT		90	90	90				270	16/04/1997
52	MALLA CICLÓNICA GALVANIZADA CALIBRE 10.5	m2		150	150	100				400	04/02/1997
53	MEMBRANA GEOTEXTIL DE 1.2mm ESP. 300 Gr.	m2				4655				4655	14/01/1997
54	MARCO Y CONTRAMARCO PARA REGISTRO 60X60cm	Pza.					3	2		5	17/01/1997
55	MARCO CON TAPA DE FOFO MCA MYMACO	Pza.					4	3		7	16/04/1997
56	NEOPRENO SHORE-60	Lt.					5	3		8	15/04/1997
57	PRIMER ANTICORROSIVO 3 ROJO OXIDO	Lt.				5	4			9	31/12/1996
58	PLACA DE ACERO A-36 DE 1/2" Fy=2530kg/cm2	Kg.				1236	609			1845	17/01/1997
59	PERNOS ROSCADOS Fy=7080kg/cm2	Pza.					13			13	16/04/1997
60	PIEDRA BRAZA	m3		5						5	07/04/1997
61	PEGAMENTO PARA TUBERÍA PVC	Lata 1/2 lt.					12	6		18	23/01/1997
62	PINTURA ESMALTE COMEX 100	Lt.					150	74		224	25/08/1997
63	PINTURA ESMALTE ALKIDALICO	Lt.					88			88	20/01/1997
64	PINTURA VINILICA VINIMEX	CUBETA					3			3	23/12/1996

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

Tabla 6.3 Programa de adquisición y utilización de materiales

TABLA 6.3. PROGRAMA DE ADQUISICIÓN Y UTILIZACIÓN DE MATERIALES											
NO.	NOMBRE	UNIDAD	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEPT.	OCT.	VOLUMEN	FECHA
65	POSTE PARA MALLA CICLÓNICA	PZA DE 6m.		15	15	10				40	04/02/1997
66	PUNTALES	Pza.			2	1				3	04/02/1997
67	PLACA DE ACERO	Kg.				125	100			225	07/05/1997
68	PLOMO PARA RETACADAS	Kg.				38	36			58	14/01/1997
69	RENTA DE CIMBRA METÁLICA POR m2	m2/día			2115	2150	2110			6375	14/02/1997
70	SOLDADURA E-7018 DE 1/8" A 3/4"	Kg.		50	50	50	50	50	50	300	04/01/1997
71	SEGUETA DE DIENTE GRUESO	CAJA		1	1	1	1	1		5	13/01/1997
72	SLANT DE 20 cm.	Pza.			5	5				10	07/02/1997
73	SELLADOR VINILICO	CUBETA		2						2	17/01/1997
74	TRIPLAY DE PINO DE 16mm (1.22m X 2.44m)	HOJA	11	11	11					33	17/01/1997
75	TUBO DE ACERO DE CED 40 DE 4"	Kg.		4600	4600					9200	15/04/1997
76	TEZONTLE	m3	1000	500	244					1744	09/04/1997
77	TEPETATE	m3	1900	857						1957	17/01/1997
78	TABIQUE DE BARRO ROJO RECOCIDO 7X14X28	MILLAR	0.5	0.5	0.5	0.5	0.15			2.15	21/01/1997
79	TUBO DE CONCRETO DE 20 cm DE DIÁMETRO	ML					60	60		120	20/01/1997
80	TUBO DE CONCRETO DE 30 cm DE DIÁMETRO	ML					26	26		52	10/02/1997
81	TUBO ECOLÓGICO DE 38 cm. DE DIÁMETRO	ML					4	3		7	16/04/1997
82	TUBO DE CONC. DE 45cm. DE DIÁMETRO ECOLÓGICO	ML					5			5	14/02/1997
83	TUBO DE PVC DE 38mm.	ML					49	49		98	06/05/1997
84	TUBO DE ACERO	Kg.					5671	5671		11342	16/04/1997
85	TEZONTLE CLASIFICADO	m3					5			5	31/12/1996
86	TUBO DE CONCRETO SIMPLE DE 20cm. DIÁMETRO	ML					10			10	12/02/1997
87	TUBO DE CONCRETO DE 4"	ML						1553		1553	17/02/1997
88	TUBO CONDUIT GALVANIZADO DE PARED GRUESA DE 32 mm DE DIÁMETRO	ML						611		611	24/01/1997
89	TUBO CONDUIT GALVANIZADO DE PARED GRUESA DE 38 mm DE DIÁMETRO	ML						1281		1281	31/01/1997
90	TUBO CONDUIT GALVANIZADO DE PARED GRUESA DE 51 mm DE DIÁMETRO	ML						432		432	24/01/1997
91	TUBO DE PVC DE 2"	ML					302	302		604	11/04/1997
92	TIERRA LAMA	m3							1	1	10/02/1997

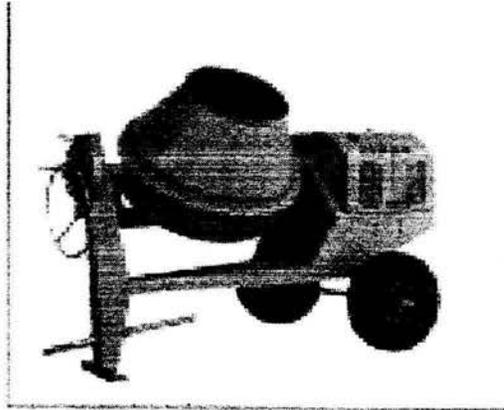
Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

6.4 PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA.

El programa de utilización de equipo y maquinaria esta ligado directamente con los diferentes trabajos que se realizan en la obra. De acuerdo al programa general de obra y a las necesidades constructivas del puente, se elabora dicho programa para que se tengan los elementos y herramientas disponibles durante el periodo constructivo del proyecto.

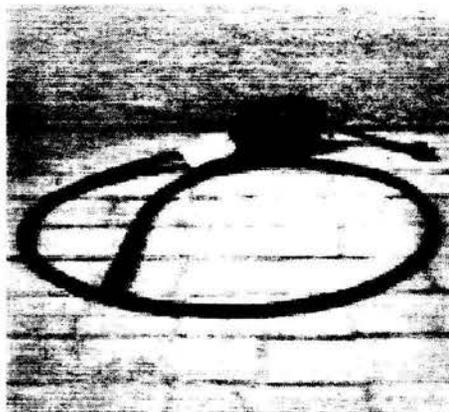
A continuación aparecen ilustraciones de la maquinaria y equipo empleados en la construcción del puente vehicular Periférico Oriente-Canal de Chalco.

Figura 6.4.1 revolvedora de concreto.



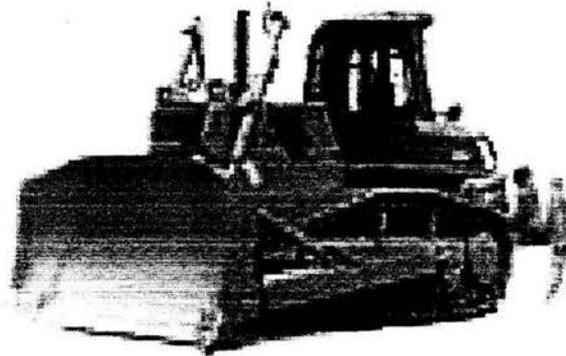
Fuente: Espacios de Construcción y Maquinaria

Figura 6.4.2 Vibrador para concreto



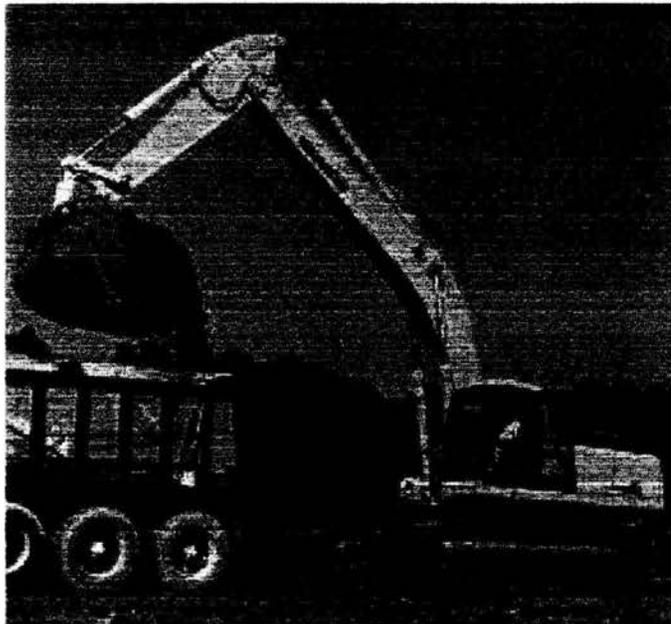
Fuente: Espacios de Construcción y Maquinaria

Figura 6.4.3 Bolldozer D10



Fuente 4

Figura 6.4.4 Excavadora Cat 215 y camión de volteo



Fuente: Espacios de Construcción y Maquinaria

En la tabla 6.4. Se observan los diferentes tipos de maquinaria y equipo que se utilizaron para la construcción del inmueble, así como los intervalos de tiempo en que fueron requeridos.

Tabla 6.4 Programa de utilización de maquinaria y equipo.

TABLA 6.4. PROGRAMA DE UTILIZACION DE EQUIPO Y MAQUINARIA																												
NO.	semana	3A.			4A.			1A.			2A.			3A.			4A.			1A.			2A.			3A.		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	NIVEL NATIONAL DUMPTY																											
2	TRANSITO NATIONAL K-E																											
3	CORTADOR DE CONCRETO																											
4	CORTADORA DE DISCO																											
5	COMPRESOR																											
6	RETROEXCAVADORA CAT 215																											
7	APISONADOR COMPACTADOR MEC/MAN BAILARINA																											
8	REVOLVEDORA P/CN 1 SACO																											
9	VIBRADOR																											
10	BOMBA PARA CONCRETO																											
11	SOLDADORA ELÉCTRICA																											
12	SOLDADORA MILLERMATIC																											
13	TRIFÁSICA 200 AMP.																											
14	RETROEXCAVADORA CASE COMPACTADOR																											
15	CAMIÓN DE VOLTEO 7 M3																											
16	REVOLVEDORA DE CONCRETO																											
17	BOMBA DE AGUA																											
18	GRUA HIDRÁULICA																											

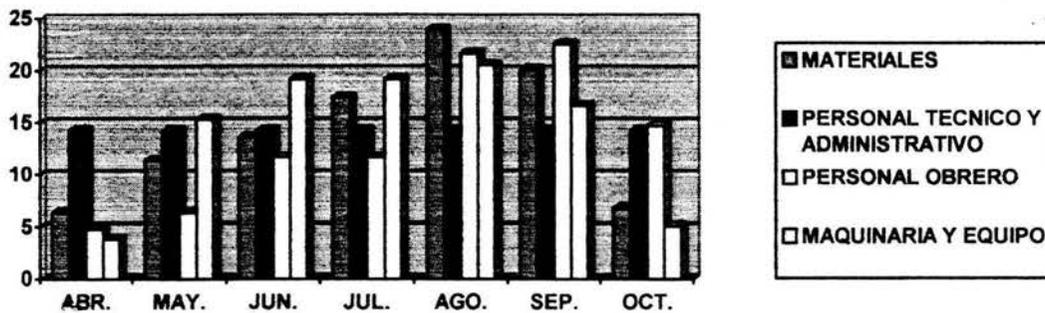
Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

6.5 PROGRAMA DE EGRESOS.

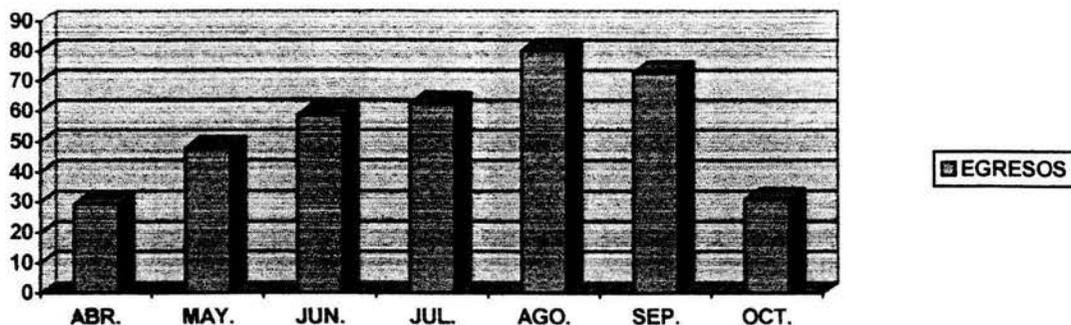
Al igual que el programa de trabajo, este es un documento que se elaboró para cubrir un requisito de contratación. La función principal de este programa consiste en verificar que los egresos programados respecto a los egresos reales sean prácticamente equivalentes en las partidas individuales como en su totalidad.

En la tabla 6.5. Se muestran los egresos referentes a la utilización de Maquinaria y equipo, Personal Obrero, Materiales y Personal Técnico y Administrativo.

En la siguiente gráfica, se muestra el porcentaje de egresos generados mensualmente, respecto al total empleado durante todo el desarrollo de la obra.

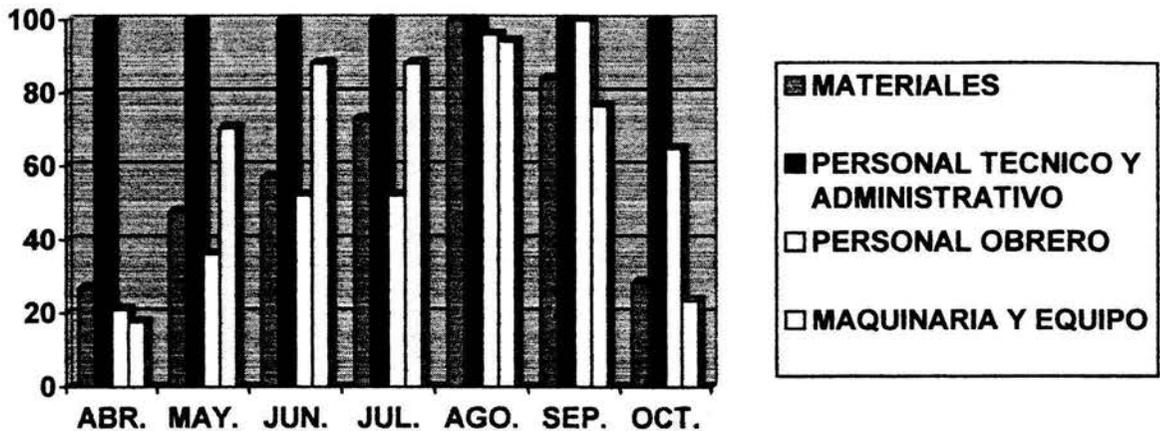


Del mismo modo, se formó otra gráfica, pero ahora con la suma de todos los egresos para representarla en un solo diagrama de barras. A continuación se muestra.



En esta gráfica, se observa que la mayor parte de los egresos se concentra en el centro del diagrama, específicamente en el mes de agosto. Esto quiere decir, que durante el mes de agosto es cuando existe mayor volumen y movimiento en la obra.

La siguiente gráfica muestra los egresos antes mencionados, pero ahora se trata del porcentaje respecto al máximo utilizado en un mes y al total de maquinaria empleada en el transcurso de la construcción del puente vehicular.



En el diagrama anterior, se observa que las columnas crecen en la parte central del diagrama, y que se mantiene constante la de personal técnico y administrativo, esto es debido a que se considera que en el transcurso de la obra fueron siempre los mismos.

Análogamente a las gráficas anteriores, se representará la suma de todos los egresos de esta última.

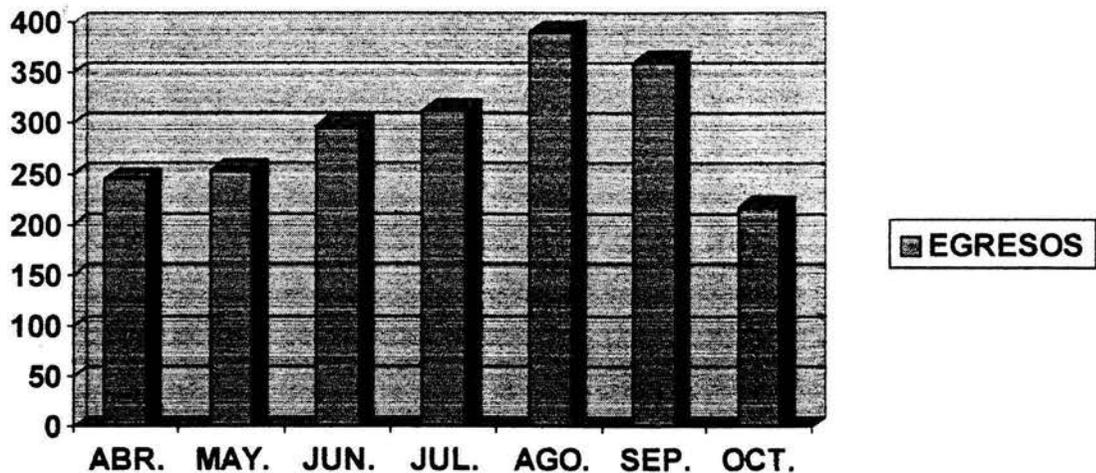


Tabla 6.5 Programa de egresos

TABLA 6.5. PROGRAMA DE EGRESOS.							
MATERIALES	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
PORCENTAJE DE EMPLEO DE MATERIALES DURANTE TODA LA OBRA.	6.40%	11.40%	13.60%	17.40%	23.90%	20.10%	6.80%
PORCENTAJE DE EMPLEO DE MATERIALES RESPECTO AL MÁXIMO EMPLEADO DURANTE UN MES	26.90%	47.60%	57.10%	73.00%	100.00%	84.10%	28.50%
PERSONAL TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO							
PORCENTAJE MENSUAL RESPECTO AL PERSONAL EMPLEADO DURANTE TODA LA OBRA	14.20%	14.20%	14.20%	14.20%	14.20%	14.20%	14.20%
PORCENTAJE MENSUAL RESPECTO AL MÁXIMO EMPLEADO EN UN MES	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
PERSONAL OBRERO							
PORCENTAJE DE MANO DE OBRA EMPLEADO DURANTE TODO EL DESARROLLO DE LA OBRA	4.80%	6.90%	11.70%	11.70%	21.60%	22.50%	14.70%
PORCENTAJE DE MANO DE OBRA PROMEDIO MENSUAL RESPECTO AL MES DE MAX. DEMANDA DE OBREROS	21.00%	3.60%	52.00%	52.00%	96.00%	100.00%	65.00%
MAQUINARIA Y EQUIPO							
PORCENTAJE DE MAQUINARIA EMPLEADO DURANTE TODA LA OBRA	3.80%	15.30%	19.20%	19.20%	20.50%	16.60%	5.10%
PORCENTAJE DEL TOTAL DE LA MAQUINARIA EMPLEADA	17.60%	70.50%	88.20%	88.20%	94.10%	76.40%	23.50%

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

6.5.1 AVANCE FINANCIERO POR CONCEPTO DE OBRA.

Al hablar de partidas individuales, se hace referencia al catálogo de conceptos, del cual, se elabora una primera evaluación en forma clara, donde se establece la cantidad de obra por ejecutar y los precios unitarios correspondientes a cada concepto.

6.5.2 AVANCE FINANCIERO POR CONTRATO.

También se elabora un control financiero por contrato. Estos, abarcan las diferentes actividades cuyos costos están sustentados en el programa de egresos por conceptos, y que se agrupan en un contrato relacionado a cada una de las empresas que intervienen en la construcción del puente vehicular en cuestión. En dichos controles, se especifican; nombre de la empresa, número de contrato, frente de obra, avance financiero real, monto del contrato, monto del anticipo, cantidades por ejecutar, monto de amortizaciones, y el número de estimación. Estos aspectos se visualizan en la tabla 6.5.2.

Tabla 6.5.2 Control financiero por contrato.

TABLA 6.5.2. CONTROL FINANCIERO POR CONTRATO									
EMPRESA: INDI					AVANCE FINANCIERO REAL: 100.00%				
					MONTO DEL CONTRATO C/IVA: \$2,113,924.96				
					MONTO DE ANTICIPO: \$634,177.49				
NO. ESTIMACIÓN	FECHA	PERIODO QUE COMPRENDE	MONTO DE OBRA EJECUTADA CON IVA	MONTO DE OBRA ACUMULADA	% AMORTIZADO ANTICIPO	MONTO AMORTIZADO CON IVA	MONTO AMORTIZADO ACUMULADO	MONTO POR AMORTIZAR CON IVA	MONTO POR EJECUTAR CON IVA
ID		9/4/97-20/4/97	\$ 510,255.00	\$ 510,255.00	30.00%	\$ 153,076.50	\$ 153,076.50	\$ 481,100.99	\$ 1,603,669.96
2D		21/4/97-23/4/97	\$ 345,725.65	\$ 855,980.65	30.00%	\$ 103,717.70	\$ 256,794.20	\$ 377,383.29	\$ 1,257,944.31
3D	06/05/1997	24/04/97-30/04/97	\$ 583,618.10	\$ 1,439,598.75	30.00%	\$ 175,085.43	\$ 431,879.63	\$ 202,297.86	\$ 674,326.21
4D	13/06/1997	01/05/97-15/05/97	\$ 442,088.75	\$ 1,881,687.50	30.00%	\$ 132,626.63	\$ 564,506.25	\$ 69,671.24	\$ 232,237.46
5L	17/06/1997	09/04/97-07/06/97	\$ 232,217.20	\$ 2,113,904.70	30.00%	\$ 69,671.24	\$ 634,177.49	\$ -	\$ 20.26
FINIQUITO									
TABLA 6.5.2. CONTROL FINANCIERO POR CONTRATO									
EMPRESA: TRAVEG, S.A. DE C.V.					AVANCE FINANCIERO REAL: 95.74%				
					MONTO DEL CONTRATO C/IVA: \$106,547.32				
					MONTO DEL ANTICIPO: \$ 31,964.19				
NO. ESTIMACIÓN	FECHA	PERIODO QUE COMPRENDE	MONTO DE OBRA EJECUTADA CON IVA	MONTO DE OBRA ACUMULADA	% AMORTIZADO ANTICIPO	MONTO AMORTIZADO CON IVA	MONTO AMORTIZADO ACUMULADO	MONTO POR AMORTIZAR CON IVA	MONTO POR EJECUTAR CON IVA
ID	35522	10/02/97-25/02/97	\$ 30,639.45	\$ 30,639.45	30.00%	\$ 9,191.84	\$ 9,191.84	\$ 22,772.36	\$ 75,907.87
2D	35536	21/02/97-28/02/97	\$ 30,839.90	\$ 61,029.35	30.00%	\$ 9,116.81	\$ 18,655.39	\$ 18,655.39	\$ 45,517.97
3D	16/06/1997	10/02/97-13/03/97	\$ 40,983.70	\$ 102,013.05	33.32%	\$ 13,655.39	\$ 31,964.19	\$ -	\$ 4,534.27
FINIQUITO									

Fuente: Dirección General de Obras del Distrito Federal

6.6 CONTROL DE OBRA CON BASE EN LOS PROGRAMAS.

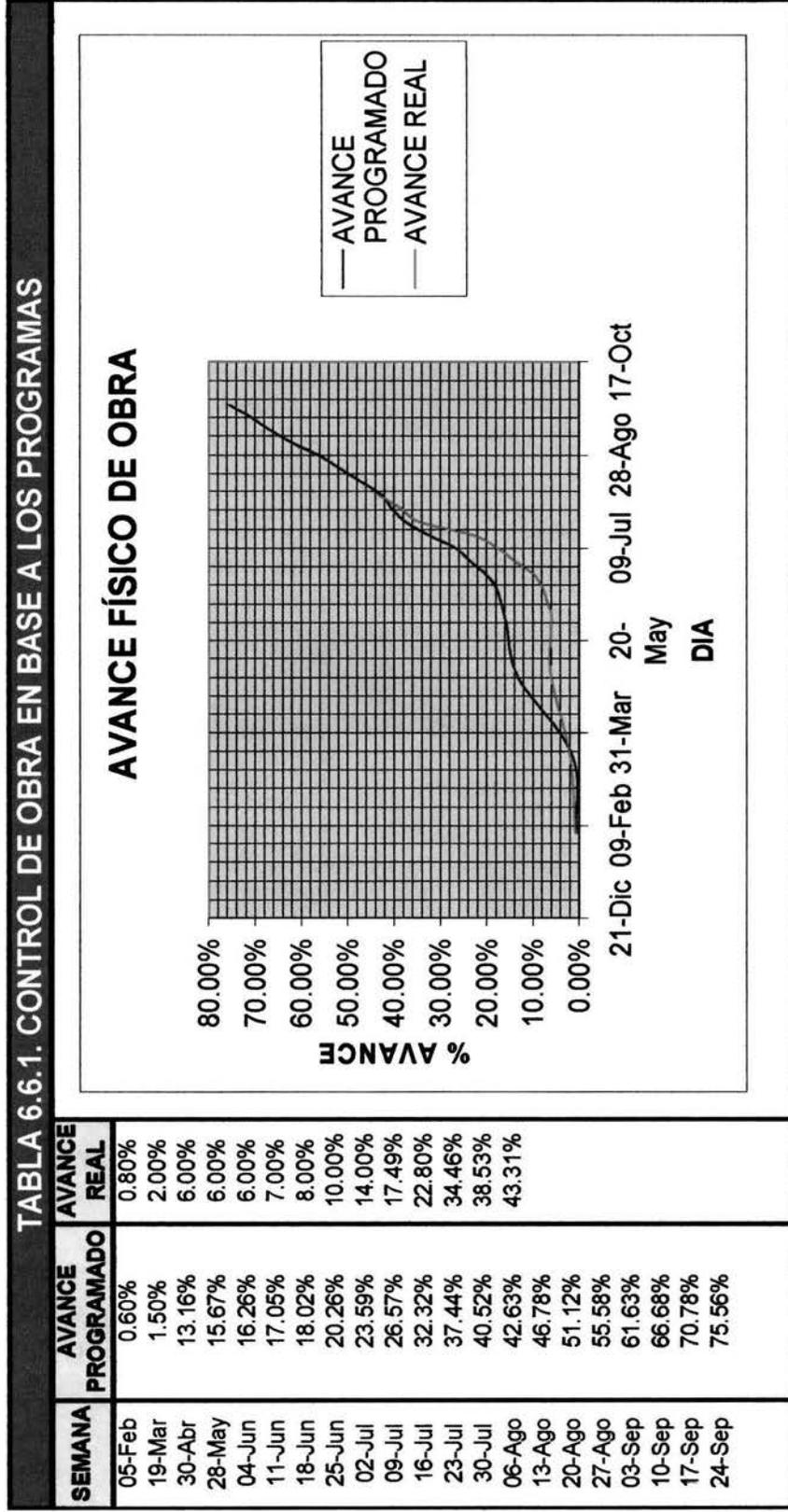
Al inicio de este capítulo, mostramos los diferentes programas generales de obra, estos mismos se utilizan para controlar el avance real con el programado. Los porcentajes y los diagramas de barras son evaluados por medio inspección y supervisión en el campo de trabajo, dirigido principalmente por la Dirección General de Obras Públicas, la cual, se encarga de establecer con base en los resultados, un diagnóstico, que permite conocer el estatus de todas las estructuras que se están elaborando, es decir, si hay o no retrasos en la construcción y saber a cual de ellos tendrá prioridad.

La supervisión de obra se encarga de revisar todos los aspectos constructivos del puente, así como los avances y ejecución correcta de los trabajos.

Para tener una visualización general del control y avance de obra, se suma cada uno de los avances parciales, y con los datos obtenidos se elaboran reportes semanales, los cuales, indican el avance real con el avance programado.

En la tabla 6.6.1. Se muestra una gráfica tipo curva "S" donde se compara el avance real respecto al avance programado. Aquí, se observa que la variación del programa con el avance físico es casi nula en la fecha de control. En el mes de Mayo la diferencia era alarmante, posteriormente se realizaron los ajustes necesarios para que la obra se terminara dentro del tiempo establecido. Observar figura de la tabla 6.1.1

Tabla 6.6.1 Control de obra en base a los programas.



7.- ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.

7.1 OBJETIVO E IMPORTANCIA DEL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.

La globalización económica, fenómeno surgido a finales de la década de los ochenta a escala mundial, se ha caracterizado por la distribución de bienes y servicios, en función directa de la competitividad. Se adoptó la libre economía de mercado, se dio la apertura comercial con la finalidad de alentar la eficiencia y la competitividad del aparato productivo y se abrieron espacios para la privatización de la inversión en infraestructura.

La internacionalización de la economía, así como la globalización de las relaciones productivas, financieras y comerciales, se convirtieron en una realidad para la industria de la construcción mexicana, la que se vio ante la disyuntiva de tener que competir, lo que ya está haciendo, en un mercado de mayor amplitud que en el que se competía dentro de las fronteras nacionales y busca aprovechar las oportunidades que se presentan en el exterior y por otro lado, de tener que alcanzar la preparación y capacidad necesarias para no ser desplazada del mercado tradicional por empresas extranjeras más eficientes.

La industria de la construcción debe autoanalizarse, definirse y ser consciente de que el cambio hacia una nueva competitividad y desarrollo es necesario. En este cambio es indispensable además de considerar los últimos adelantos en materia de ciencia y desarrollo tecnológico, contemplar aspectos a los que no se daba importancia o no se invertía, como son: trabajar con seguridad, con calidad, con productividad y tomando en cuenta el impacto ambiental de las obras. Sin estos aspectos, no estará en condiciones de enfrentar el inmediato futuro de competencia en los mercados interno y externo.

En las empresas constructoras, el principal problema que enfrentan, derivado de la crisis que vive el país en la actualidad, es la ausencia de un mercado estable, lo que origina la falta de continuidad y planeación en las mismas.

Las empresas de construcción viven en un ambiente generado por una economía de emergencia en la que, sin tener una responsabilidad en ello, deben planear su actividad y su supervivencia, tomando en consideración los efectos de devaluación, inestabilidad en las tasas de interés y la inflación.

No es posible que una empresa constructora, viva en la constante angustia que le provoca el emprender una determinada obra, pensando que quizá es la última que realizará, y esto le sucede a la mayoría de las empresas constructoras mexicanas.

Estos tiempos de crisis deben ser tiempos de reflexión y de planeación. Ha llegado la hora en que las empresas mexicanas de construcción se conviertan en paradigmas en los mercados de servicios relacionados con la construcción y olvidado el mal cotidiano de querer utilidades en lo inmediato, aborden la planeación estratégica, que debe comenzar con un diagnóstico de su situación acompañado de la determinación de su misión como prestadora de servicios a la sociedad, después ubicarla con justicia en los contextos nacional e internacional, identificar sus fortalezas y debilidades, definir estrategias así como sus objetivos y metas e instrumentar en lo inmediato, así como en el mediano y largo plazos, los programas y acciones que la conduzcan al éxito en su función de servicio y a la satisfacción, en primer lugar de sus clientes y después de sus trabajadores y directivos.

Actualmente con tantos cambios, es cada vez más cierto que se requiere realizar genuinos ejercicios de planeación a corto, mediano y largo plazos, para trazar las estrategias que se deberán seguir en la empresa constructora a fin de alcanzar el éxito y los objetivos de servicio y utilidad que se persiguen.

Las empresas constructoras deberán también invertir, lo que se ha hecho muy poco y en la mayoría de las veces en forma deficiente, en investigación y desarrollo, lo que se logra estableciendo contacto con los centros académicos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, tanto con quienes trabajan en las fronteras del conocimiento, como con quienes piensan que la investigación debe concentrar su interés en la aplicación y en la innovación.

Se entiende a la **calidad** como un aspecto de gran importancia para que una empresa constructora cambie y enfile su quehacer hacia el éxito en la competitividad. La competencia mundial ha traído nuevas normatividades y regulaciones cada vez más estructuradas para las empresas que se dedican a la construcción y por supuesto, también clientes que ante la oferta creciente de servicios de **calidad** se han vuelto más exigentes en la inversión de su dinero.

La filosofía de la **calidad** es un proceso de mejora continua en el trabajo a través de la participación de todos, comenzando con la cabeza de la organización, es buscar en la actividad cotidiana la superación y la satisfacción personales, es satisfacer plenamente las necesidades del cliente, es hacer bien todo sin repeticiones, es prevenir más que Detectar, es fijarse como meta la inspección cero y es capacitar a todos hacia la excelencia en el trabajo.

Para una empresa constructora, **calidad** significa satisfacer las necesidades y/o los requerimientos de los clientes o de los futuros usuarios de la obra. Se trata en todos los procesos constructivos de la obra de hacer las cosas bien a la primera. Supone proporcionar a la sociedad un servicio de **calidad** que sea el más útil, el más económico y el que brinde más satisfacciones.

La **calidad** en una empresa constructora debe ser **calidad** en sus sistemas y en sus procesos, **calidad** en sus servicios y en su trabajo, **calidad** en sus objetivos, **calidad** en

la comunicación interna y externa y sobre todo, **calidad** en las personas que trabajan en ella, tanto obreros como directivos. Es una filosofía orientada al cliente o usuario, que abarca su administración y su organización, que contempla un esfuerzo constante para mejorar su actividad, que involucra el respeto y la fe en sus personas, que involucra y considera a todos sus integrantes y que busca su capacitación y actualización continuas. Considera como indispensable el involucramiento genuino de sus directivos, la creación de una cultura para la **calidad** que contemple el cambio en actitudes, conductas, valores y creencias, la excelencia en el trabajo en equipo, la creación de un comité directivo para su seguimiento y la creación de sus círculos de **calidad** donde se tomen en cuenta y discuta, la opinión de todos sus integrantes.

En este campo, la industria de la construcción en cualquier lugar del mundo, enfrenta uno de los retos más grandes y urgentes que han resultado de la globalización de los mercados y definitivamente, para cualquier empresa constructora la atención al **aseguramiento de la calidad** en sus servicios deberá formar parte de sus estrategias de desarrollo.

La empresa constructora mexicana no podrá aspirar a participar competitivamente en la nueva organización mundial de la producción, cada vez más influyente en el desarrollo económico, político, social y cultural de las naciones, sin una ingeniería consistente, sólida, sin fracturas, de **calidad** y por ende, de clase mundial.

En esta época de cambios y de competencia, el constructor tradicional que conseguía contratos por sus relaciones, que administraba destajistas, que sabía comprar insumos básicos, que tenía un buen respaldo financiero y que por su experiencia tenía la sensibilidad de tomar decisiones sin disponer de la suficiente información, será difícil que sobreviva si no evoluciona, si no se somete a profundos cambios que lo lleven a transformar a su empresa en una prestadora de servicios de construcción de clase mundial.

La empresa constructora mexicana debe dejar atrás las estructuras jerárquicas que restan agilidad, obstaculizan la toma de decisiones y desalientan la creatividad de quienes trabajan en ella. En cambio debe aprender a invertir en su capital humano, es decir, en contar con profesionales mejor preparados y con mayor **calidad** de vida. Con esto podrá lograr aquello que dice "poco personal que hace más y gana más".

El constructor mexicano moderno debe ser capaz de incorporar nuevos procesos constructivos, confiables, económicos y de **calidad**, ofrecer a sus clientes plena certidumbre en lo que se refiere a la **calidad**, oportunidad y costo de obra, asegurar el cumplimiento de la normatividad vigente, promover e impulsar sus propios proyectos, tener control sobre el futuro de su empresa a través de una adecuada planeación estratégica y garantizar sus nuevos contratos con una organización humana, financiera y material, confiables y certificadas.

La **calidad** es el objetivo y las acciones que conduzcan a ella, las metas que todas las empresas constructoras mexicanas deben fijarse diariamente para fortalecer su participación en el mercado interior y acreditar su digno curso en el mercado extranjero. Cada día se deberán regir más con las especificaciones internacionales establecidas para la construcción de obras y también se tendrá que trabajar arduamente para exportar la **calidad** de las especificaciones mexicanas, respaldadas por el trabajo eficaz, eficiente, oportuno y de **calidad** de los constructores mexicanos.

La ética profesional de una empresa constructora contempla la forma como su personal, al adherirse a su profesión de constructores lo hace con **calidad**, comprendiendo el conjunto de obligaciones propias de la ocupación a la cual ha manifestado su vocación y su predilección para desempeñarse y desarrollarse activamente en la sociedad.

Practicar un servicio digno para un ingeniero constructor, significa ejercer su profesión con **calidad** en su dirección, con **calidad** en lo personal, con **calidad** en su comunicación y en sus decisiones y sobre todo con **calidad** en la ejecución de las obras que emprende. Esto no es otra cosa que apegarse al código de ética que le dicte su conciencia y que considera las obligaciones que le impone su conducta, para que su actividad cumpla con su principal objetivo que es el de mejorar la **calidad** de la vida en su entorno.

7.2 NORMAS DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.

En los años setenta, Inglaterra edita las normas de **aseguramiento de calidad** para industrias manufactureras denominadas serie **BS-5750**.

En 1980 se constituye el comité técnico 176 de la **Organización Internacional de Estándares (ISO)**, el cual en 1987, dio a conocer la normativa **ISO serie 9000**, con la intención de normalizar todo lo referente a los sistemas de **aseguramiento de calidad**.

Es importante mencionar que las normas británicas **BS-5750** se tomaron como base para generar las normas **ISO 9000**.

ISO es un organismo internacional no gubernamental con sede en Ginebra Suiza, con más de 100 agrupamientos o países miembros. No está afiliada a Naciones Unidas, ni a ninguna organización europea.

Los países están representados en **ISO** por autoridades designadas dentro de los mismos. Por ejemplo en Estados Unidos está representado por el **American National Standards Institute. ANSI (instituto nacional norteamericano de normas)**, que es un organismo del sector privado.

En México por **SECOFI/DGN**, ya que la mayoría de los países han preferido estar representados por organismos que están estrechamente ligados a sus gobiernos.

ISO cuenta con un acervo de normas, dentro de las cuales se han destacado las relacionadas con la **calidad**, conocidas como serie **ISO 9000**.

La serie de normas **ISO 9000** está integrada por un conjunto de normas de **aseguramiento de calidad** que tiene como objetivo definir lineamientos generales para administrar la **calidad**.

Con base en estas normas es posible desarrollar e implantar un **sistema de calidad** en la empresa, de tal manera que se asegure y demuestre el cumplimiento continuo de los requisitos del cliente.

A principios de 1991 se emite la serie de normas de **sistemas de calidad mexicanas**, pero no fue sino hasta 1993 que **ISO** reconoce oficialmente las normas mexicanas **NMX-CC** como equivalentes al estándar internacional **ISO 9000**.

A continuación se describe brevemente la equivalencia entre las principales normas **NMX-CC** e **ISO 9000**, así como su contenido básico.

<p>NMX-CC-001/ISO 8402 Sistemas de calidad. Vocabulario.</p>	<p>Presenta los términos y definiciones usadas en la disciplina de la calidad, con el fin de facilitar la comunicación entre especialistas y el uso de las normas de la serie NMX-CC/ISO-9000.</p>
<p>NMX-CC-002/ISO 9000 Sistemas de calidad. Guía para la selección y uso de normas de aseguramiento de calidad.</p>	<p>Esta norma tiene como objetivo establecer la relación entre los diversos conceptos de calidad, así como definir los criterios de uso de las normas NMX-CC-003/ ISO 9001, NMX-CC-004/ISO 9002, NMX-CC-005/ISO 9003.</p>
<p>NMX-CC-003/ISO 9001 Modelo de aseguramiento de calidad para el diseño, proyecto, fabricación, instalación y servicio.</p>	<p>Esta norma tiene como objetivo establecer los requisitos de calidad que debe cumplir contractualmente el sistema de calidad en una empresa que necesita demostrar su capacidad para diseñar, fabricar, instalar y dar servicio a un producto.</p>
<p>NMX-CC-004/ISO 9002 Modelo para el aseguramiento de calidad a la fabricación e instalación.</p>	<p>Esta norma establece los requisitos que debe cumplir contractualmente el sistema de calidad de una empresa que necesita demostrar su capacidad para fabricar, instalar y dar servicio a un producto.</p>
<p>NMX-CC-005/ISO 9003 Modelo para el aseguramiento de calidad para la inspección y pruebas finales.</p>	<p>Esta norma establece los requisitos que debe cumplir contractualmente el sistema de calidad de una empresa que necesita demostrar su capacidad para efectuar inspección y pruebas finales.</p>

NORMAS DE SISTEMA DE CALIDAD PUBLICADAS EN MÉXICO HASTA ABRIL DE 1998.

NMX-CC-001:1995 IMNC ISO-8402:1994	Administración de la calidad y aseguramiento de la calidad - Vocabulario
NMX-CC-002/1:1995 IMNC ISO 9000/1:1994	Normas para administración de la calidad y aseguramiento de la calidad . Parte 1: Directrices para selección y uso
NMX-CC-002/4:1997 IMNC ISO 9000/4:1993	Normas de administración de la calidad y aseguramiento de la calidad . Parte 4: Directrices para la administración del programa de seguridad de funcionamiento
NMX-CC-003:1995 IMNC ISO 9001:1994	Sistemas de calidad - Modelo para el aseguramiento de la calidad en diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio.
NMX-CC-04:1995-IMNC ISO 9002:1994	Sistemas de calidad - Modelo para el aseguramiento de la calidad en producción, instalación y servicio.
NMX-CC-005-1995-IMNC ISO 9003:1994	Sistemas de calidad - Modelo para el aseguramiento de la calidad en inspección y pruebas finales
NMX-CC-006/1:1995-IMNC ISO 9004/1:1991	Administración de la calidad y elementos del sistema de calidad . Parte 1: Directrices.
NMX-CC-006/2:1995-IMNC ISO 9004/2:1991	Administración de la calidad y elementos del sistema de calidad . Parte 2: Directrices para servicios.
NMX-CC-006/3:1997-IMNC ISO 9004/3:1993	Administración de la calidad y elementos del sistema de calidad . Parte 3: Directrices para materiales procesados.
NMX-CC-006/4:1996-IMNC ISO 9004/4:1993	Administración de la calidad y elementos del sistema de calidad . Parte 4: Directrices para el mejoramiento de la calidad.
NMX-CC-007/1:1993 ISO-10011/1:1990	Directrices para auditar sistemas de calidad . Parte 1: AUDITORÍA.
NMX-CC-007/2:1993 ISO-10011/3:1991	Directrices para auditar sistemas de calidad . Parte 2: Administración de programas de auditorías.
NMX-CC-008:1993 ISO-10011/2:1991	Criterios de calificación para auditores de sistemas de calidad .

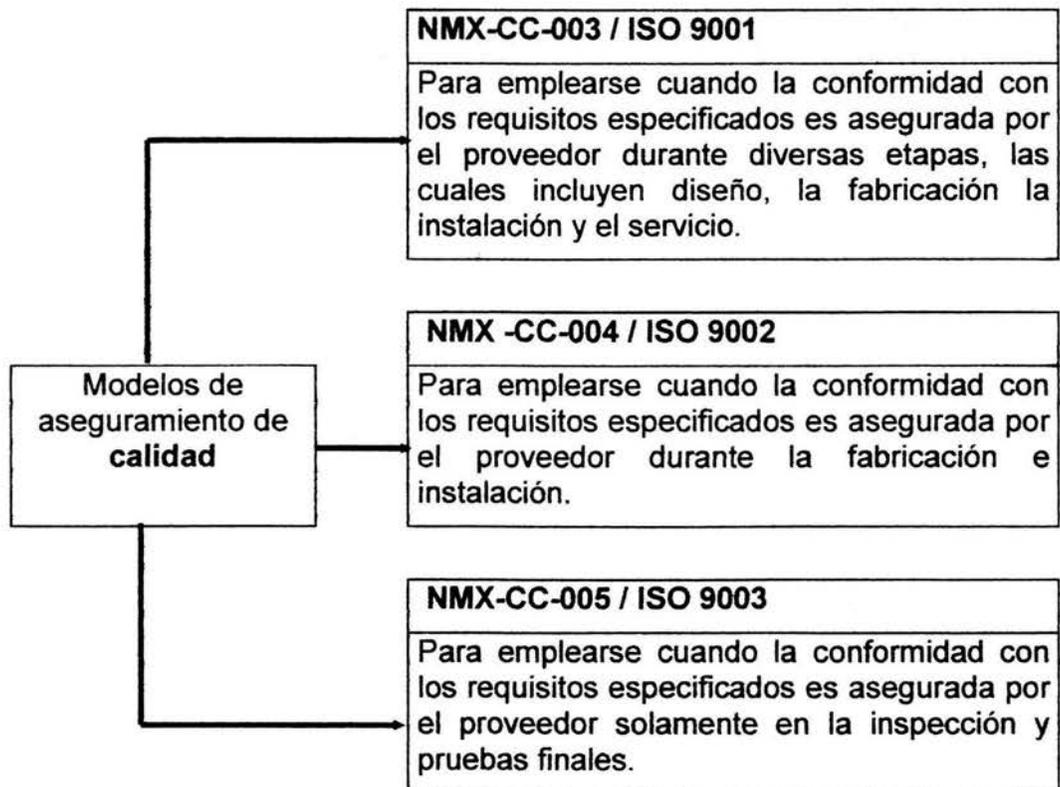
NMX-CC-009:1992 EN-45012	Criterios generales para los organismos de certificación de sistemas de calidad .
NMX-CC-010:1992 EN-45011	Criterios generales para los organismos de certificación de producto.
NMX-CC-011:1992 EN-45013	Criterios generales para los organismos de certificación de personal.
NMX-CC-012:1992 EN-45014	Criterios generales para referentes a la declaración de conformidad de los proveedores.
NMX-CC013:1992 EN-45001.ISO/IEC GUIDE 25	Criterios generales para la operación de los laboratorios de pruebas.
NMX-CC-014:1992 EN-45002	Criterios generales para la evaluación de los laboratorios de pruebas.
NMX-CC-015:1992 EN-45003.ISO/IEC GUIDE 58	Criterios generales relativos a los organismos de acreditamiento laboratorios.
NMX-CC-016:1993 ISO/IEC GUIDE 39	Requisitos generales de acreditamiento de unidades de verificación.
NMX-CC-017/1:1995 IMNC ISO-10012/1:1992	Requisitos de aseguramiento de la calidad para equipo de medición- Parte 1: Sistema de confirmación metrológica para equipo de medición.
NMX-CC-018:1996 IMNC ISO-10013:1995	Directrices para desarrollar manuales de calidad .
NMX-CC-019:1997 IMNC ISO-10005:1995	Administración de la calidad. Directrices para planes de calidad
NMX-Z-109:1992 ISO/IEC GUIDE 2	Términos generales y sus definiciones referentes a la normalización y actividades conexas.

7.3 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.

Un factor primordial en el desempeño de una empresa, es la **calidad** de sus productos y servicios.

El **sistema de calidad** en una empresa, está influenciado por los objetivos y las políticas internas de la organización, por el tipo de producto o servicio, por las prácticas específicas de la organización y por lo tanto los **Sistemas de calidad** varían de una empresa a otra.

Los elementos requeridos en un **sistema de calidad** se encuentran agrupados en tres modelos, basados en la capacidad funcional y organizacional, requeridas de un proveedor de productos y servicios, por lo que cada empresa deberá ubicarse seleccionando el modelo de **aseguramiento de calidad** de acuerdo a sus características



NMX-CC-003 /ISO 9001 Sistemas de Calidad: Modelo para el Aseguramiento de la Calidad aplicable a diseño /proyecto, la fabricación, la instalación y el servicio.

Este es el modelo que cubre la mayor cantidad de etapas de un proceso productivo y es aplicable en situaciones contractuales cuando:

a) El contrato requiere que se haga cargo del diseño, desarrollo y construcción. Los requisitos especificados del producto o servicio se establecen principalmente en función de su aplicación.

b) La conformidad de los productos puede ponerse de manifiesto con suficiente confianza si el proveedor demuestra en forma fehaciente, su aptitud para diseñar el producto, fabricarlo, instalarlo y efectuar el servicio después de la entrega.

NMX-CC-003 /ISO 9001	
REQUERIMIENTOS	
4.1.	Responsabilidad de la dirección.
4.2.	Sistema de calidad .
4.3.	Revisión del contrato.
4.4.	Control del diseño.
4.5.	Control de documentación y datos.
4.6.	Control de adquisiciones.
4.7.	Control de producto proporcionado por el cliente.
4.8.	Identificación y rastreabilidad del producto.
4.9.	Control de procesos.
4.10.	Inspección y prueba.
4.11.	Control de la inspección, medición y equipo de prueba
4.12.	Estado de inspección y prueba
4.13.	Control de producto no conforme
4.14.	Acciones preventivas y correctivas.
4.15.	Manejo, almacenamiento, empaque, conservación y entrega
4.16.	Control de registros de calidad .
4.17.	Auditorías de calidad internas.
4.18.	Capacitación.
4.19.	Servicio
4.20.	Técnicas estadísticas.

NMX-CC-004 /ISO 9002 Sistemas de Calidad: Modelo para el Aseguramiento de la Calidad aplicable a la Producción e instalación.

Esta norma se aplica cuando:

a) Los requisitos del producto o servicio ya se encuentran establecidos por referencia a un proyecto y/o diseño o una especificación y consecuentemente el proveedor se responsabiliza de la gestión de la **calidad** en las etapas de fabricación e instalación.

b) La conformidad de los productos puede ponerse de manifiesto con suficiente confianza si el proveedor demuestra en forma fehaciente, su aptitud para fabricar e instalar el producto.

NMX-CC-004 /ISO 9002 REQUERIMIENTOS	
4.1.	Responsabilidad de la dirección.
4.2.	Sistema de calidad .
4.3.	Revisión del contrato.
4.5.	Control de documentación y datos.
4.6.	Control de adquisiciones.
4.7.	Control de producto proporcionado por el cliente.
4.8.	Identificación y rastreabilidad del producto.
4.9.	Control de procesos.
4.10.	Inspección y pruebas.
4.11.	Control de la inspección, medición y equipo de prueba
4.12.	Estado de inspección y prueba
4.13.	Control de producto no conforme
4.14.	Acciones preventivas y correctivas.
4.15.	Manejo, almacenamiento, empaque, conservación y entrega
4.16.	Control de registros de calidad .
4.17.	Auditorías de calidad internas.
4.18.	Capacitación.
4.20.	Técnicas estadísticas.

NMX-CC-005 /ISO 9003 Sistemas de Calidad: Modelo para el Aseguramiento de la Calidad aplicable a la inspección y pruebas finales.

Esta norma establece los requisitos mínimos que debe cumplir el sistema de **aseguramiento de la calidad** de un proveedor que tiene la responsabilidad de efectuar la inspección y pruebas finales de aceptación correspondientes a un producto o servicio.

Esta norma se aplica en situaciones contractuales cuando:

La conformidad de los productos con los requisitos especificados puede ponerse de manifiesto con suficiente confianza si el proveedor demuestra, en forma fehaciente su aptitud para inspeccionar y efectuar las pruebas finales correspondientes.

NMX-CC-005 /ISO 9003 REQUERIMIENTOS	
4.1.	Responsabilidad de la dirección.
4.2.	Sistema de calidad .
4.5.	Control de documentación y datos.
4.8.	Identificación y rastreabilidad del producto.
4.10.	Inspección y prueba.
4.11.	Control de la inspección, medición y equipo de prueba
4.12.	Estado de inspección y prueba
4.13.	Control de producto no conforme
4.15.	Manejo, almacenamiento, empaque, conservación y entrega
4.16.	Control de registros de calidad .
4.18.	Capacitación.
4.20.	Técnicas estadísticas.

REQUISITOS DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

4.1 RESPONSABILIDADES DE LA DIRECCIÓN.

a) **POLITICA DE CALIDAD.** Es el conjunto de directrices y objetivos generales de una empresa relativos a la **calidad** y que son formalmente expresados, establecidos y aprobados por la alta dirección.

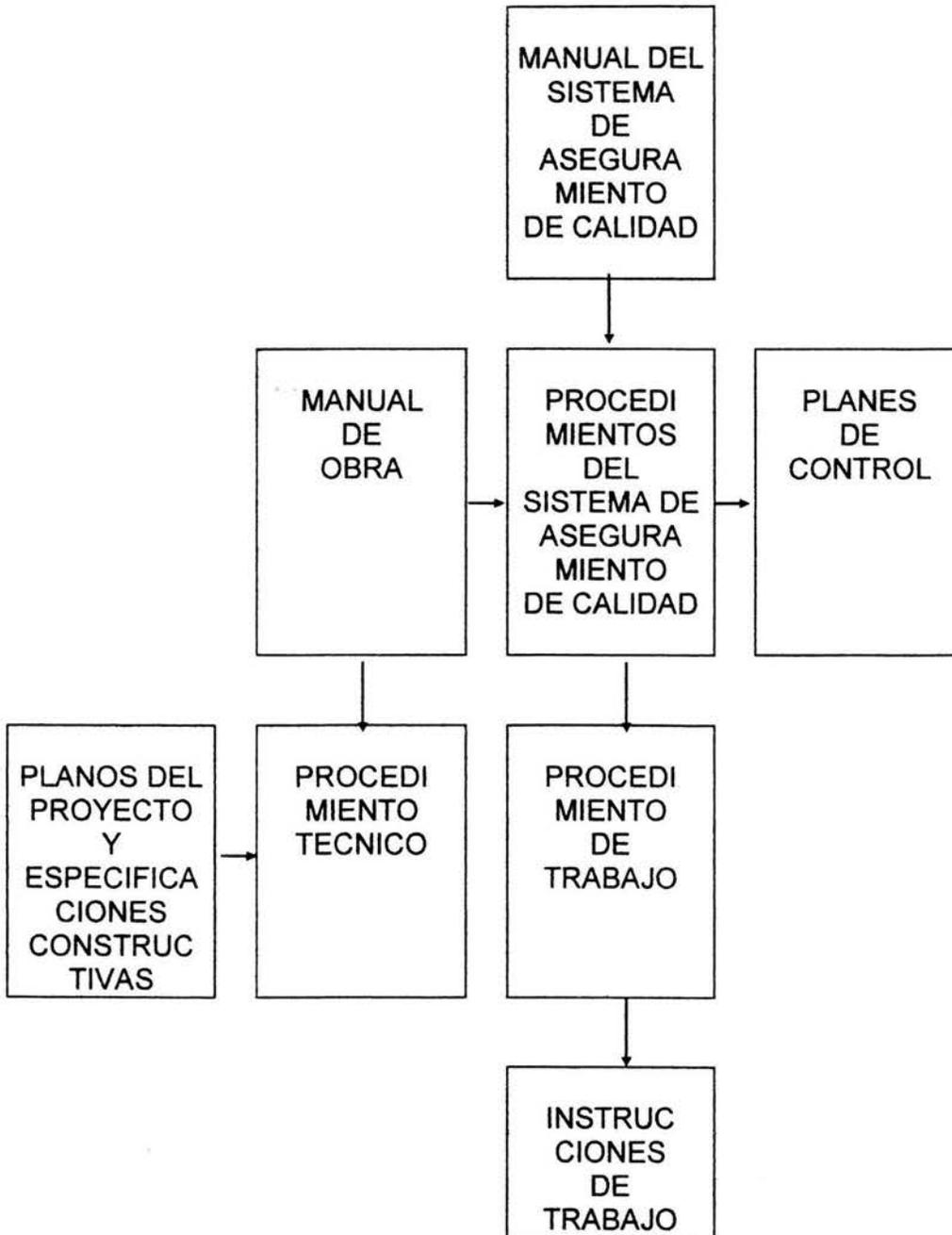
b) **REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN.** La dirección de la empresa debe designar un representante que de manera independiente a otras responsabilidades posea la autoridad y responsabilidad suficiente para asegurar que los requisitos de la norma sean implantados, mantenidos y actualizados

c) **RECURSOS DE VERIFICACIÓN.** Se deben establecer las condiciones adecuadas y proporcionar los recursos suficientes para llevar a cabo las verificaciones, así mismo se debe asignar personal debidamente capacitado para su realización.

d) **REVISIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD POR LA DIRECCIÓN.** El **sistema de calidad** adoptado para satisfacer los requisitos de esta, debe ser revisado sistemáticamente por la dirección, a intervalos apropiados y preestablecidos por la misma, para asegurar que mantiene constantemente su efectividad. Los informes de cada revisión deben ser archivados convenientemente.

4.2 SISTEMA DE CALIDAD.

Está conformado por una estructura general que consta de cuatro niveles.



Es responsabilidad de la gerencia de **aseguramiento de calidad**, elaborar el **manual del sistema de calidad**. Un documento de primer nivel que rige en todos los centros de trabajo de la organización, donde se establecen los lineamientos para mantener y controlar con base a la norma **NMX-CC-003/ ISO 9001** todos los procesos que se desarrollan para dar al cliente un proyecto terminado con los requerimientos solicitados.

Los procedimientos del **Sistema de Aseguramiento de Calidad** son los que emanan del **Manual del Sistema de Calidad** y aplican para todos los centros de trabajo, donde se indica como realizamos nuestros trabajos.

Los Planes de Control son aquellos que aplican para el control de procesos y a las pruebas de inspección y prueba a diferentes materiales, que se realicen en las obras y áreas de servicios, estos planes los determinan los diferentes centros de trabajo de obra y las áreas de servicios.

Procedimiento Técnicos Constructivos son los que aplican para las diferentes obras, indicando las actividades específicas de los diferentes procesos de construcción, los realiza el jefe de frente, el jefe de obra y/o el coordinador de **aseguramiento de calidad** de la obra respectiva, emanan de los procedimientos técnicos genéricos y del manual de obra.

Los procedimientos particulares de trabajo, son los que generan aquellas áreas con una actividad específica o algún proceso particular, aplican para la dirección de servicios, compras, dirección técnica, dirección jurídica y dirección administrativa y se basan para el desarrollo de estos en el Manual de los procedimientos del **Sistema de Calidad**.

Instrucciones de Trabajo son aquellas instrucciones que sirven de apoyo para realizar algún procedimiento específico, aplica a cualquier centro de trabajo que genere instrucciones de trabajo.

Con esta estructura se garantiza el cumplimiento a los aspectos técnicos y normativos aplicables en los reglamentos vigentes del país, región o dependencia donde se desarrollan los trabajos de construcción y diseño.

Aplica para todas las áreas que formen parte del **sistema de calidad** como son Direcciones, gerencias, departamentos y superintendencias de construcción y de diseño.

4.3 REVISIÓN DEL CONTRATO

El proveedor debe establecer y mantener actualizados los procedimientos para la revisión de contratos y la coordinación de las actividades que de ellos se deriven, cada contrato debe ser revisado por el proveedor para asegurar que:

- a) Los requisitos estén definidos y documentados.
- b) Cualquier requisito del contrato que difiera a los que figuran en la oferta, sea resuelto.
- c) Estén en condiciones de cumplir con los requisitos del contrato.

Se deben coordinar las actividades de revisión del contrato, las relaciones y comunicaciones entre el proveedor y el cliente. En cada revisión de contrato se emitirá un informe que será archivado y conservado para futuras referencias.

4.4 CONTROL DE DISEÑO.

GENERALIDADES. Se deben establecer y mantener actualizados los procedimientos para controlar y verificar el diseño del producto o servicio, de tal manera que se asegure que este cumpla con los requisitos especificados.

PLANEACIÓN DEL DISEÑO Y DESARROLLO. Elaboración de los planes que definan la responsabilidad para cada actividad en el desarrollo del diseño, estos planes deberán describir o referirse a estas actividades y serán actualizados de acuerdo al avance del diseño.

ASIGNACIÓN DE ACTIVIDADES. Las actividades y verificación deben ser planeadas y asignadas al personal calificado que cuente con los medios y recursos necesarios.

RELACIONES TÉCNICAS Y DE ORGANIZACIÓN. Las relaciones técnicas y de organización entre los diferentes grupos que participan en el diseño deben ser definidas y toda la información utilizada será documentada, transmitida y periódicamente revisada.

DATOS DE PARTIDA DE DISEÑO. Deben considerar los resultados de cualquier actividad o revisión de contrato.

Los datos finales deben anotarse y expresarse en términos de requisitos, cálculos, análisis y estudios, así mismo deben:

- a) Satisfacer los requisitos iniciales.
- b) Contener los criterios de aceptación.
- c) Satisfacer los requisitos oficiales aplicables, indicando o no en la información inicial.
- d) Identificar las características del diseño y las propiedades fundamentales para la seguridad y correcto funcionamiento del producto o servicio.

VERIFICACIÓN DEL DISEÑO. La verificación debe confirmar que el diseño final cumpla los requisitos iniciales por medios de:

- a) Informes y revisiones de diseño.
- b) Realización de pruebas y demostraciones de calificación y/o funcionamiento.
- c) Realización de cálculos alternativos.
- d) Comparación del nuevo diseño con uno similar previamente aprobado, si es posible.

VALIDACION DEL DISEÑO. La validación del diseño debe ser realizada para asegurar que el proyecto a construir cumpla con las necesidades y/o requisitos definidos del usuario.

MODIFICACIONES DEL DISEÑO. El proveedor debe establecer, mantener y actualizar los procedimientos para la identificación, documentación, revisión y aprobación de todos los cambios o modificaciones.

4.5 CONTROL DE DOCUMENTOS Y DATOS.

APROBACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE DOCUMENTOS Y DATOS. Se deberán establecer y mantener actualizados los procedimientos para controlar los documentos y datos que se relacionen con los requisitos de esta norma.

Para asegurar que son adecuados estos documentos deben ser revisados y aprobados por el personal autorizado, antes de su emisión y distribución. Este control debe asegurar:

- a) La distribución adecuada de los documentos de manera que se encuentren disponibles en todos los puntos fundamentales de la operación para el funcionamiento correcto del **sistema de calidad**.

- b) La documentación obsoleta se retira oportunamente.

CAMBIOS Y MODIFICACIONES A LOS DOCUMENTOS. Cualquier cambio o modificación a un documento, debe revisarlo y aprobarlo la misma organización o persona que lo revisó y aprobó originalmente, a menos que se especifique otra cosa, cuando sea necesario, deben incluirse en el documento o en los anexos correspondientes las causas que dieron origen a las modificaciones. Se debe elaborar una lista o documento control para identificar la revisión y vigencia del documento y así evitar el uso de documentos obsoletos.

4.6 COMPRAS.

Se debe tener la seguridad que los materiales, productos, partes y componentes o servicios comparados cumplen con los requisitos especificados.

DATOS SOBRE COMPRAS. Los documentos de compra deben contener información que describa en forma clara el producto o servicio solicitado, incluyendo cuando sea aplicable lo siguiente:

- a) El tipo, clase, estilo, modelo, grado u otra identificación precisa del producto o servicio.

- b) El título, número, clave de identificación y emisión aplicable.

c) Definición clara de la norma de **calidad** (título, número y edición) aplicable el producto o servicio.

Antes de formalizar el pedido, se debe revisar y aprobar los documentos de compra para asegurar que corresponden a los requisitos establecidos.

4.7 CONTROL DE PRODUCTOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE.

Se deben establecer y mantener actualizados los procedimientos para la verificación y almacenamiento a los productos proporcionados por el cliente para ser incorporados al proceso.

Cualquier producto o servicio perdido, dañado o inutilizado debe registrarse y esta circunstancia debe comunicarse al cliente, la verificación por parte del proveedor no libera al cliente de su responsabilidad de suministrar productos dentro de las especificaciones definidas.

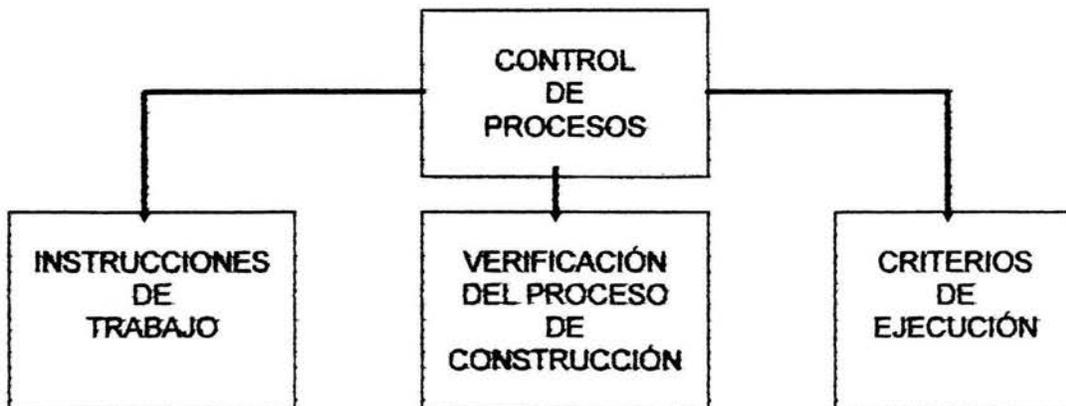
4.8 IDENTIFICACIÓN Y RASTREABILIDAD DEL PRODUCTO O SERVICIO.

Se deben establecer y actualizar los procedimientos cuando se considere oportuno para identificar el producto o servicio, a partir de los planos, especificaciones y documentos aplicables durante todas las etapas de recepción, proceso, inspección, entrega e instalación.

El programa de **aseguramiento de calidad** debe incluir medidas para el mantenimiento, identificación y registros de materiales, suministro, producto, parte, componente o servicio final.

4.9 CONTROL DE PROCESOS

Se deben planear y establecer los procedimientos de fabricación, elaboración y/o instalación que afecten a la calidad y debe asegurarse que se lleven a cabo en las condiciones controladas.



Las actividades deben controlarse por medio de los procedimientos y cédulas de verificación.

Para una apropiada documentación de las instrucciones y procedimientos de proceso, procedimientos de control estadístico del proceso, hojas de proceso y otros es necesario definir todas las actividades y servicios que incluyan:

- a) Secuencia de operaciones.
- b) Tipo de equipo.
- c) Ambiente especial de trabajo.
- d) Métodos de trabajo.
- e) Almacenamiento de productos en proceso.
- f) Materiales.
- g) Características y tolerancias.
- h) Puntos de control, pruebas e inspección.
- i) Estándares de trabajo.

4.10 INSPECCIÓN Y PRUEBAS.

Se debe asegurar que el material, producto o servicio no será usado o procesado hasta que cumpla con los requisitos establecidos. La verificación e inspección debe hacerse **de acuerdo al sistema de aseguramiento de calidad**, mediante procedimientos e instrucciones documentadas.

Para determinar el alcance y naturaleza de la inspección de recibo, se debe considerar el control efectuado en el origen y la presencia de evidencias documentadas de conformidad de los productos.

Se establecerán y mantendrán actualizados los registros que comprueben que el producto o servicio ha pasado la inspección de acuerdo con los criterios de **calidad** establecidos.

4.11 CONTROL DE EQUIPO DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y PRUEBA.

Se deberá identificar, verificar, calibrar y realizar el mantenimiento de los equipos de medición, inspección y pruebas, ya sean propios o ajenos, tomando en cuenta lo siguiente:

a) Identificar las mediciones a realizar, definir la precisión requerida y seleccionar los equipos de medición, inspección y prueba.

b) Determinar los equipos de inspección, medición y pruebas que puedan afectar la **calidad** del producto y calibrarlos ajustándolos a intervalos establecidos o antes de su utilización. La calibración se efectuará por medio de equipos certificados que tengan una relación válida y directa con patrones nacionales o internacionales reconocidos.

c) Cuando no existan tales patrones, se documentarán las bases empleadas para su calibración.

d) **Establecer y documentar los procedimientos de calibración**, incluyendo la información del equipo, métodos de verificación, criterios de aceptación y las acciones que deban efectuarse cuando los resultados no sean satisfactorios.

e) Asegurar que los equipos de inspección, medición y prueba, tienen la exactitud y precisión adecuadas.

f) Identificar los equipos de medición y prueba con una marca o certificado correspondiente que indique su estado de calibración.

g) Mantener vigentes los registros e informes de calibración del equipo.

h) Asegurar que las calibraciones, inspecciones, mediciones y pruebas se realicen en condiciones ambientales adecuadas.

i) Asegurarse que el manejo, preservación y almacenamiento del equipo de medición, inspección y prueba no alteran su exactitud y ajuste.

4.12 ESTADO DE INSPECCIÓN Y PRUEBA.

El estado de inspección y prueba debe ser identificado mediante el uso de etiquetas, estampillas, marcas, registros de inspección e información, zonas físicas señalizadas o cualquier otro medio adecuado, el cual indique la conformidad o no del producto o servicio, derivada de las inspecciones y pruebas efectuadas.

La identificación del estado de inspección y prueba debe ser mantenida a través de todo el proceso de fabricación del servicio para asegurar que solo es entregado, usado o proporcionado el producto o servicio que ha cumplido satisfactoriamente los requisitos.

En los registros y documentos se identificará al responsable de las inspecciones y de la liberación de productos o proceso conformes.

4.13 CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME.

Se deben establecer y mantener actualizados los procedimientos para asegurar que el producto no conforme sea utilizado indebidamente. Estos procedimientos deben establecer el control, la identificación, la documentación, la evaluación, la segregación y el tratamiento de los productos o servicios no conformes, así como la notificación de la decisión tomada a los departamentos y subcontratistas a los que pudiera afectar

Deben identificarse los productos o servicios no conformes aceptados y registrarse las reparaciones efectuadas, para indicar cual es el estado real de los mismos. Todos los productos reprocesados deben inspeccionarse de acuerdo a los procedimientos escritos elaborados para estos casos.

4.14 ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS.

Se deben establecer, documentar y actualizar los procedimientos para:

- a) Investigar las causas de las no conformidades y las acciones preventivas necesarias, para evitar la recurrencia.

- b) Analizar todos los procesos, operaciones de trabajo, concesiones, autorizaciones, registros de **calidad**, reportes del servicio, el producto y quejas de clientes, con el fin de detectar y eliminar las causas potenciales de la no conformidad.

- c) Implantar el análisis de falla cuando sea conveniente.

- d) Establecer las medidas y las acciones preventivas a un nivel que corresponda con los riesgos que puedan ocasionarse.

- e) Asegurar que las acciones correctivas son implantadas y son efectivas.

- f) Modificar los procedimientos, como resultado de las acciones correctivas y preventivas.

4.15 MANEJO, ALMACENAMIENTO, EMPAQUE, EMBARQUE Y ENTREGA.

Manejo.- Se deben de establecer los métodos y medios de manejo o manipulación que eviten el daño o deterioro del producto.

Almacenamiento.- Definición y empleo de áreas y locales de almacenamientos adecuados y seguros, para evitar el daño o deterioro del producto, previo a su utilización o entrega.

Empaque.- Se deben controlar las operaciones de empaque, embalaje, preservación y marcado, incluyendo los materiales empleados para esto. De tal manera que permitan **asegurar la conformidad con los requisitos establecidos.**

Entrega.- Se deben establecer los procedimientos de producción empleados para asegurar que se mantiene, hasta la entrega la **calidad** de los productos después de inspeccionados y aprobados.

4.16 REGISTROS DE CALIDAD.

Se deben establecer y mantener procedimientos para identificación, recolección, índices, archivos, almacenamiento, mantenimiento y disposición de registros de calidad.

Todos los registros de calidad deben ser legibles e identificables, archivados y almacenados de tal forma que sean fácilmente recuperables y en lugares que eviten su daño, deterioro o pérdida.

Los tiempos de retención de los registros de calidad deben ser establecidos y registrados.

4.17 AUDITORÍAS DE CALIDAD.

AUDITORÍAS INTERNAS. El proveedor llevará a cabo un programa completo, planeado y documentado de AUDITORÍAS internas para verificar que todas las actividades relativas a la calidad, cumplen las condiciones preestablecidas y así poner de manifiesto la efectividad del sistema de calidad. Todas las áreas involucradas en el sistema de aseguramiento de la calidad deben estar incluidas en el programa de AUDITORÍAS.

Las AUDITORÍAS deben ser programadas sobre la base del estado de desarrollo e importancia de las actividades. Las acciones subsecuentes serán desarrolladas de acuerdo a procedimientos documentados.

Las actividades de auditoría deben ser asignadas a personal calificado y/o certificado que no sea responsable del área a auditar. La ejecución de la auditoría de calidad debe ser efectuada de acuerdo a listas de verificación o cuestionarios previamente elaborados, en los cuales se evalúen los aspectos fundamentales del sistema y/o producto.

Los resultados de las AUDITORÍAS deben documentarse y transmitirse al responsable del área auditada. El personal responsable de dicha área debe tomar en el momento oportuno, las acciones correctivas necesarias para subsanar las deficiencias puestas de manifiesto por la auditoría.

AUDITORÍAS EXTERNAS.

El proveedor establecerá procedimientos de verificación, control y certificación de las auditorías externas efectuadas a sus proveedores y subcontratistas con recursos propios, sin embargo, el proveedor puede subcontratar los servicios de auditoría externa con alguna organización reconocida.

AUDITORÍA INTERNA PRIMERA PARTE.- Se realiza por una organización o un departamento, con base en su propio sistema, procedimientos y facilidades. Los auditores forman parte de la organización.

AUDITORÍA EXTERNA SEGUNDA PARTE.- Se efectúa por una organización con sus propios medios al sistema de calidad de sus proveedores. La auditoría también puede llevarse a cabo por organizaciones subcontratadas que ofrecen este tipo de servicios.

AUDITORÍA EXTERNA TERCERA PARTE.- En este tipo de auditoría, el cuerpo auditor es una institución acreditada. El objetivo de la misma es que la empresa obtenga la aprobación y reconocimiento nacional o internacional del adecuado funcionamiento de su sistema de calidad

Elementos necesarios para la conducción de auditorías	<ol style="list-style-type: none"> 1. -Soporte de la alta dirección. 2. -Entrenamiento de auditores internos. 3. -Planeación. 4. -Programación. 5. -Documentación y definición de políticas y procedimientos de AUDITORÍA. 6. -Acceso a instalaciones, documentos, materiales y equipos auditables del sistema. 7. -Acceso a todos los niveles. 8. -Contar con disposición y tiempo por ambas partes.
--	---

Preparación de la auditoría	<ol style="list-style-type: none"> 1. -Planeación de la auditoría. 2. -Estrategias para la planificación. 3. -Asunto logísticos y administrativos. 4. -Revisión y aprobación de la planeación. 5. -Contenido del plan de auditoría. <ol style="list-style-type: none"> a) Programación de la auditoría. b) Objetivo de la auditoría. c) Alcance de la auditoría. d) Selección del grupo auditor. e) Orientación del grupo auditor. f) Asignación de tÁreas y actividades. g) Documentos de referencia. h) Listas de verificación. i) Formato. j) Agenda de trabajo. k) Notificación de la auditoría.
------------------------------------	---

<p>Ejecución de la Auditoría</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. -Reunión de apertura. 2. -Determinación de la prueba para la auditoría. 3. -Evaluación. 4. -Evidencia objetiva. 5. -Métodos de evaluación. 6. -Entrevistas. 7. -Control de la auditoría. 8. -Detección de las no conformidades. 9. -Definición de la no conformidad. 10. -Revisión privada entre auditores. 11. -Reunión con la gerencia general. 12. -Reunión de clausura/cierre. 13. -Informe de la auditoría. 14. -Seguimiento y cierre de la auditoría.
---	---

4.18 FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN.

El proveedor debe establecer y mantener actualizados procedimientos para detectar y satisfacer las necesidades de formación o actualización del personal que afecten la calidad.

El personal que realiza tareas específicas dentro del sistema de calidad debe estar calificado, entrenado y con experiencia, de acuerdo a lo establecido en los procedimientos, códigos o normas.

Los documentos relativos a la formación, adoctrinamiento, capacitación y calificación del personal deben ser conservados y archivados adecuadamente.

El proveedor establecerá y proporcionará el adoctrinamiento que asegure que el personal será consciente de sus responsabilidades específicas en el aseguramiento de la calidad.

4.19 SERVICIO POST-VENTA.

Cuando sea aplicable por el tipo de producto o servicio, o bien se especifique en el contrato, el proveedor debe establecer y mantener procedimientos para proporcionar servicios al cliente y verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos.

4.20 TÉCNICAS ESTADÍSTICAS.

El proveedor debe identificar y clasificar las características del producto, proceso o servicio, para las cuales utilizará técnicas estadísticas.

Así mismo seleccionará aquellas que sean necesarias para controlar el proceso, determinar la habilidad de los procesos y para aceptación de los productos, indicando las bases de selección.

VOCABULARIO

Cuando una organización decide implantar un **sistema de aseguramiento de calidad**, basado en la norma **NMX-CC/ISO 9000**, requiere que todos sus integrantes hablen el mismo lenguaje, por lo que se hace necesario definir algunos conceptos fundamentales y se tomaran como base el vocabulario de la norma **NMX-CC-001/ISO 8402**.

GLOSARIO DE TERMINOS	
Calidad.	Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades explícitas o implícitas preestablecidas.
Producto o Servicio.	Actividades o procesos, bienes tangibles o intangibles destinados a la satisfacción de necesidades o expectativas de los clientes.
Clase/grado.	Indicador de categoría o rango referido a las propiedades o características de un producto o servicio, para cubrir diversas necesidades destinadas a un mismo uso funcional.
Ciclo de Calidad.	Modelo conceptual esquemático de los tipos de actividades interdependientes que influyen sobre la calidad de un producto o servicio a lo largo de todas las fases, desde la integración de las necesidades del cliente, hasta la evaluación del grado en que las necesidades quedaron satisfechas.
Política de Calidad.	Conjunto de directrices y objetivos generales de una empresa relativos a la calidad y que son formalmente expresados, establecidos y aprobados por la alta dirección.
Gestión de Calidad.	Función general de la gestión que determina e implanta la política de calidad que incluye la planeación estratégica, la asignación de recursos y otras acciones sistemáticas en el campo de la calidad, desarrollo de actividades operacionales y de evaluación, relativas a la calidad.

Control de Calidad.	Conjunto de métodos y actividades de carácter de calidad establecidos.
Sistema de Calidad.	Estructura organizacional, conjunto de recursos, responsabilidades, filosofía, políticas y procedimientos establecidos para asegurar que los productos, procesos o servicios cumplan satisfactoriamente con el fin a que están destinados y que están dirigidas hacia la gestión de calidad .
Plan de calidad.	Documento que establece las prácticas operativas, los procedimientos, los recursos y la secuencia de las actividades relevantes de calidad , referentes a un producto, servicio, contrato o proyecto en particular.
Inspección.	Actividades tales como medir, examinar o ensayar una o más características de un producto o servicio y comparar a éstas, con los requisitos especificados para determinar su conformidad.
Rastreabilidad.	Capacidad de reencontrar o reconstruir la historia, la aplicación o localización de un elemento de una actividad o de un producto, por medio de una serie o cadena de registros ininterrumpidos de identificación.
Concesión Liberación.	Autorización por escrito para el uso o liberación de una cantidad determinada de materiales, productos o servicios, que no cumplen cabalmente, por un tiempo definido.
Desviación Permitida.	Autorización escrita antes de la producción o prestación de un servicio para desviarse de los requisitos preestablecidos por una cantidad determinada y/o por un tiempo definido.
Auditoría de Calidad.	Evaluación metódica e independiente que permite conocer si las actividades y resultados relativos a la calidad , satisfacen los requisitos preestablecidos y si estas disposiciones están implantadas de manera eficaz y adecuada.

Monitoreo de Calidad	Verificación continua de procedimientos, condiciones, procesos, productos, servicios y el análisis de los resultados obtenidos en relación con el estado de referencia para asegurar que las exigencias establecidas se están alcanzando.
Revisión de Sistemas de calidad.	Evaluación obligatoria y formal por parte de la alta dirección del estado y adecuación del sistema de calidad con relación a la política de calidad y objetivos.
Revisión del Diseño/proyecto.	Es el examen formal, documentado, completo y sistemático de un diseño, con el fin de evaluar los requisitos iniciales del diseño y la capacidad del mismo para alcanzar estos requisitos, identificar problemas y proponer soluciones.
Confiabilidad.	Capacidad de un producto para cumplir las funciones requeridas bajo condiciones dadas y durante un periodo de tiempo definido.
Responsabilidad legal de la calidad de un producto y/o servicio.	Este término describe la responsabilidad o compromiso que recae sobre una organización, para efectuar una reparación o restitución por pérdidas debidas a lesiones personales, daños materiales o cualquier otro daño causado por un producto o servicio.
No conformidad.	Incumplimiento de los requisitos preestablecidos para un producto o servicio.
Defecto.	Cualquier incumplimiento de los requisitos establecidos.
Especificación.	Documento que establece los requisitos o exigencias que el producto o servicio debe cumplir.
Criterio de Aceptación	Definición de los límites de las características de calidad del producto o servicio.
Calibración.	Comparación y ajuste con base a un patrón, una dimensión o una especificación de exactitud conocida.
Deontología.	Doctrina que trata la moral y ética de práctica profesional.

Control.	Mantener un evento, condición o situación dentro de ciertos límites fijados de antemano, comparando, regulando y ejerciendo con autoridad.
Acciones Correctivas.	Medidas tomadas para evitar la generación y/o repetición de acciones y situaciones adversas a la calidad.
Componentes Críticos.	Elementos o partes que son de particular importancia para la eficiencia y calidad de un producto o servicio. También aquellos definidos por una especificación o que pongan en riesgo la seguridad del usuario.
Evidencia Objetiva.	Declaración de hechos que pueden observarse, valorarse (cuantitativa o cualitativamente) y documentarse.
Procesos Especiales.	Operaciones de cambio o modificaciones de las propiedades de los materiales; aquellos cuyo resultado no puede verificarse completamente mediante la inspección o ensayo y también aquellos cuyas exigencias sobrepasan las establecidas en estándares convencionales.
Proveedor.	Cualquier individuo u organización que suministre materiales, componentes y/o servicios.
Cliente.	Cualquier individuo u organización que adquiere materiales, componentes y/o servicios, ya sea dentro (cliente interno) o fuera de la organización (cliente externo).
Documentación de calidad	Documentación registrada presentada en forma escrita o gráfica que define, especifica, da cuenta o certifica actividades, requisitos, procedimientos o resultados relativos a la calidad.
Registro de Calidad.	Documentos que proporcionan pruebas objetivas de la calidad de elementos y de Actividades que pueden repercutir en la calidad.
Garantía de Calidad.	Compromiso que una empresa establece, con el usuario de que el producto o servicio satisface los requerimientos de calidad preestablecidos.

7.4 SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.

En este capítulo se reflejará como ejemplo el **sistema de aseguramiento de calidad** adaptado al **"Proyecto y Construcción del puente vehicular Periférico Oriente - Canal de Chalco en la ciudad de México"** motivo de esta tesis.

De acuerdo a las características de la obra, se tiene que el modelo de **aseguramiento de calidad** requerido corresponde a la norma **NMX-CC-003/ISO 9001** para emplearse cuando la conformidad con los requisitos especificados es asegurada por el proveedor durante diversas etapas las cuales incluyen proyecto, construcción, instalación y servicio.

Primeramente se integrará un comité de representantes de cada departamento, los cuales serán responsables de que se cumpla cabalmente con lo establecido en el programa de **aseguramiento de calidad**

1. - OBJETIVO Y ALCANCE.

La obra se llevará a cabo con un **sistema de aseguramiento de calidad** bajo el modelo de la norma **NMX-CC-003/ISO 9001** sistemas de calidad - modelo para el **aseguramiento de la calidad en diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio.**

Se aplicará en todas las áreas y departamentos existentes en el desarrollo del proyecto y la construcción.

2. - NORMAS DE REFERENCIA.

En todas las normas de referencia involucradas en el presente **sistema de aseguramiento de calidad**, se aplicarán las ediciones mas recientes.

3. - DEFINICIONES

Para la interpretación del presente **sistema de aseguramiento de calidad** se tomara como base el vocabulario de la norma **NMX-CC-001:1995/ ISO -8402 ADMINISTRACION DE LA CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD-VOCABULARIO**.

4. - REQUISITOS DEL SISTEMA DE CALIDAD.

4.1. - RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN

4.1.1 POLÍTICA DE CALIDAD

En la presente obra se proporcionarán los productos y servicios que satisfagan los requisitos técnicos, económicos, de **seguridad y calidad** convenidos con nuestro cliente, cumpliendo con la legislación aplicable.

4.1.2 Se nombrará un representante de la dirección ante el comité de **aseguramiento de calidad** confiriendo la autoridad necesaria para cumplir y hacer cumplir la política, lineamientos generales y objetivos de **calidad**.

4.1.3 Se asegurará que las actividades requeridas por el **sistema de calidad** especificado o el contrato, sean planeadas, implantadas y controladas y que se vigile su avance.

4.1.4 Se comunicarán los requisitos peculiares del proyecto a todos los departamentos afectados, subcontratistas y cliente, para resolver los problemas que surjan en las interfaces entre tales grupos.

4.2 SISTEMA DE CALIDAD.

4.2.1 El plan de calidad será descrito dentro de un **Manual de aseguramiento de calidad**, cuya emisión y modificaciones posteriores deben ser controladas. Dicho manual deberá realizarse siguiendo los lineamientos de la norma **NMX-CC-018/ISO 10013 directrices para desarrollar manuales de calidad**.

4.2.2 El manual de calidad deberá cubrir los siguientes puntos:

- a) **Identificación de la organización, los recursos y servicios cubiertos por el plan de calidad**
- b) **Las responsabilidades de la dirección, la organización y los requisitos especificados, incluyendo las responsabilidades y las relaciones entre los departamentos involucrados con el proyecto.**
- c) **Descripción breve y clara de la política y principios del aseguramiento de calidad que serán aplicados y que cubran los requisitos básicos de esta norma.**
- d) **Un cuadro de referencia con todos los procedimientos aplicables.**
- e) **Una sección para la autorización, la revisión y el control del manual de aseguramiento de calidad y del manual de procedimientos.**

4.3 REVISIÓN DEL CONTRATO.

4.3.1 OBJETIVO.

Definir los lineamientos generales que deben adoptarse para llevar a cabo la revisión del contrato con el cliente antes del inicio del proyecto o prestaciones del servicio, con el propósito de garantizar que los requisitos del cliente se entiendan.

4.3.2 DIRECTRICES

4.3.2.1 Durante la elaboración del contrato debe quedar claramente definida la relación:

- a) **Responsabilidad cliente - empresa.**
- b) **Responsabilidad empresa - cliente.**
- c) **Fecha de inicio y terminación.**
- d) **Manejo de acuerdos.**

e) Manejo de aclaraciones/ enmiendas/ modificaciones al contrato en cuanto alcance y magnitud.

f) Todos los requisitos del cliente se presentan en la propuesta técnica y económica.

g) Lo aplicable en las leyes y reglamentos vigentes establecidos en el lugar en donde se desarrollan los trabajos.

4.4 CONTROL DE DISEÑO

4.4.1 OBJETIVO.

Definir los lineamientos generales que deben adoptarse para asegurar que se cumple con los reglamentos, códigos y normas vigentes, bases de diseño, así como para asegurar la confiabilidad y seguridad del diseño, traslado de datos, dibujos y especificaciones a instructivos, procedimientos y/o planos ejecutivos.

4.4.2 Se designará un responsable interno o externo del proceso de diseño, que debe establecer la interacción entre las diferentes especialidades que deben intervenir así como de encargarse de coordinar las actividades relacionadas con la realización del diseño.

4.4.3 Se debe contar con un control de cambios en el diseño de acuerdo al procedimiento establecido.

Los cambios y modificaciones deberán ser revisados y autorizados por el responsable del diseño antes de su implantación.

4.5 CONTROL DE DOCUMENTOS Y DATOS

4.5.1 OBJETIVO.

Asegurar que todos los documentos y datos que están relacionados con el **sistema de aseguramiento de calidad**, sean controlados, revisados, actualizados y mantenidos.

4.5.2 La elaboración de los documentos y datos son realizados por el personal responsable de realizar actividades, quienes deben asegurarse que sus documentos y datos son correctos y completos.

4.5.3 Se deberá establecer un procedimiento que asegure la distribución controlada de documentos vigentes e identifique los documentos obsoletos para evitar su uso.

4.6 ADQUISICIONES

4.6.1 OBJETIVO

Asegurar que los productos, bienes y servicios adquiridos, cumplan con los requisitos técnicos, de calidad, tiempo de entrega, costo y cualquier otro especificado.

4.6.2 Se establecerá un procedimiento para evaluar y seleccionar proveedores y/o subcontratistas con base en su capacidad y habilidad para cumplir con los requisitos de **calidad**, antes de formalizar un contrato.

4.6.3 Se debe definir las características del producto o servicio que se requiere por medio de documentos de compra que deben contener los datos necesarios para describir de manera detallada lo siguiente:

a) Registros del producto o servicio, tipo, clase, modelo y cantidad, precio y alcance de suministros; requisitos comerciales, técnicos, especificaciones, códigos y normas aplicables.

4.7 CONTROL DE PRODUCTOS O SERVICIOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE.

4.7.1 OBJETIVO

Definir y establecer los lineamientos generales que deben adaptarse, para asegurar que los productos y/o servicios proporcionados por el cliente, sean utilizados y colocados correctamente en el destino especificado por el cliente.

4.7.2 Se debe contar con procedimientos documentados para el control, verificación, almacenamiento y mantenimiento de los productos y servicios proporcionados por el cliente.

4.7.3 Los productos y servicios que se dañen, pierdan o sean inadecuados para su uso, deben registrarse, controlarse y notificarse al cliente.

4.8 IDENTIFICACIÓN Y RASTREABILIDAD EL PRODUCTO

4.8.1 OBJETIVO.

Definir y establecer los lineamientos generales que deben adoptarse para identificar y rastrear los productos y/o servicios suministrados por la empresa, proveedores, subcontratistas y el cliente.

4.8.2 Se debe contar con los procedimientos para identificar, por medios adecuados, los productos y/o servicios suministrados en cualquier etapa del proceso, desde la recepción o fabricación, el transporte, almacenamiento y colocación, entrega y puesta en operación, con la finalidad de detectar fallas, defectos o anomalías que repercutan en la **calidad** y prevenir la utilización de productos y/o servicios no conformes. Se debe llevar un registro de la identificación.

4.8.3 Cuando sea requerido o especificado, se debe contar con procedimientos que permitan la identificación y localización de los productos y/o servicios suministrados.

4.9 CONTROL DE PROCESOS

4.9.1 OBJETIVO

Establecer los lineamientos generales que se deben cumplir para asegurar que las actividades que se realizan en la elaboración de productos o prestaciones de servicios, cumplen con los requisitos especificados.

4.9.2 Se debe contar con procedimientos documentados que describan las actividades del proceso aplicables para la elaboración de productos o servicios.

4.10 INSPECCIÓN Y PRUEBA

4.10.1 OBJETIVO

Asegurar que se realizan las inspecciones y pruebas requeridas para cumplir con los requisitos especificados durante la elaboración de productos o prestación de servicios.

4.10.2 Se debe contar con procedimientos para inspeccionar, verificar y controlar las actividades que se realizan durante todo el proceso para determinar la conformidad de

los requisitos especificados, así como los establecimientos de puntos de control requeridos durante el proceso, hasta que la inspección y pruebas hayan sido completadas.

4.10.3 Se debe contar con registros de conformidad de inspección y pruebas, desde la recepción hasta la entrega final, en el que se incluyan los criterios de aceptación, que los productos, bienes y servicios estén de acuerdo con los requisitos, especificaciones y/o procedimientos aplicables y asegurarse que las no conformidades, en caso de haberse presentado, hayan sido corregidas y documentadas.

4.11 CONTROL DE EQUIPO DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y PRUEBA.

4.11.1 OBJETIVO

Asegurar que los equipos de inspección, medición y prueba, utilizados durante el proceso, se controlan, calibran y mantienen apropiadamente.

4.11.2 Se debe contar con procedimientos documentados para el control calibración y mantenimiento de los equipos de inspección, medición y pruebas, los cuales deben incluir lo siguiente.

- a) Grado de incertidumbre de los equipos de inspección, medición y prueba, conforme a la capacidad de medición requerida.
- b) Software aplicable, en caso de requerirse.
- c) Identificación de mediciones, definir precisión y selección de los equipos.
- d) Frecuencia de calibración y mantenimiento.
- e) Identificación de los equipos de calibración certificados por patrones nacionales e internacionales.
- f) Medidas a tomar cuando se detecte que los equipos de inspección y medición se encuentran fuera de calibración.
- g) Identificación del estado de calibración de los equipos de inspección y medición.

4.12 ESTADOS DE INSPECCIÓN Y PRUEBA.

4.12.1 OBJETIVO

Asegurar la identificación del estado de inspección y prueba que deben cumplir los productos y servicios.

4.12.2 Se debe contar con procedimientos documentados para identificar el estado de inspección y pruebas de actividades, materiales o equipos, con el fin de asegurar que solamente se instalen los elementos que han sido aceptados, así como identificar la conformidad o no conformidad de los mismos con respecto a la inspección y pruebas realizadas.

4.13 CONTROL DE NO CONFORMIDADES

4.13.1 OBJETIVO

Asegurar que se prevenga el uso o instalación no intencionada de los productos o servicios no conformes con los requisitos especificados.

4.13.2. Se debe contar con procedimientos documentados para controlar los productos y servicios no conformes, en los que se incluya lo siguiente:

- a) Detección de no conformidades.
- b) Registros e identificación.
- c) Segregación y disposición.
- d) Autoridad y responsabilidad para la revisión y disposición.

4.14 ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS

4.14.1 OBJETIVO

Asegurar que se implantan acciones correctivas y preventivas con el fin de eliminar las causas existentes de no conformidad y evitar su recurrencia.

4.14.2 Se debe contar con procedimientos documentados que contengan lo siguiente:

- a) Manejo efectivo de reclamaciones o quejas del cliente.
- b) Análisis e investigación de las causas que originan las no conformidades.
- c) Determinación de las acciones correctivas a la no conformidad.
- d) Control de las acciones correctivas a la no conformidad.
- e) Evaluación de la efectividad de las acciones.

4.14.3 Se debe contar con procedimientos documentados que permitan detectar, analizar y eliminar las causas potenciales de no conformidades, estos procedimientos deben contener lo siguiente:

a) Fuentes de información tales como:

- 1) Resultados de auditorías internas y externas.
- 2) Reportes de no conformidades.
- 3) Incumplimientos detectados por monitoreo.
- 4) Quejas del cliente.
- 5) Acciones correctivas.
- 6) Registros de calidad.

b) Aplicación de acciones preventivas y el establecimiento de los controles que aseguren su efectividad.

c) Asegurar que la información relevante sobre las acciones efectivas se somete a revisión y aprobación por el responsable de la actividad.

4.15 MANEJO, ALMACENAMIENTO, EMPAQUE, CONSERVACIÓN Y ENTREGA.

4.15.1 OBJETIVO

Asegurar que el manejo, almacenamiento y empaque, conservación y entrega de materiales y bienes requeridos para la elaboración de productos y servicios, cumple con los requisitos especificados.

4.15.2 Se debe contar con procedimientos documentados para el manejo, almacenamiento, empaque, preservación y entrega de los materiales y equipos requeridos, que incluyan lo siguiente:

- a) Identificación de los métodos de manejo que eviten el daño o deterioro del producto

- b) Áreas de almacenamiento para prevenir el daño o deterioro.
- c) Métodos para la recepción.

4.16 REGISTROS DE CALIDAD

4.16.1 OBJETIVO

Asegurar que se cuenta con registros de **calidad** controlados para demostrar el cumplimiento del **sistema de calidad**

4.16.2 CONTROL DE REGISTROS DE CALIDAD

- a) Se debe contar con procedimientos documentados para identificar, compilar, codificar, acceder, archivar, almacenar, conservar y disponer de los registros de **calidad**
- b) Los registros de **calidad** deben ser legibles antes y después de su reproducción e identificables con los productos y servicios involucrados, de manera que se garantice su protección y recuperación.
- c) Los registros de **calidad** deben estar disponibles para su evaluación por parte del cliente o su representante.

4.17 AUDITORÍAS INTERNAS DE CALIDAD

4.17.1 OBJETIVO

Asegurar que se realicen auditorías internas de acuerdo a procedimientos documentados y bajo un programa aprobado, para determinar la efectividad del **sistema de aseguramiento de calidad**.

4.17.2 AUDITORÍAS INTERNAS DE CALIDAD

- a) Se realizarán auditorías internas de acuerdo con los procedimientos documentados y bajo un programa aprobado con el fin de determinar la efectividad del **sistema de aseguramiento de calidad**
- b) La planeación para la ejecución de las auditorías internas se hará con personal calificado e independiente de la operación y de acuerdo al estado de importancia de la actividad a ser auditada
- c) Los resultados de las auditorías deben registrarse y darse a conocer al personal responsable del área auditada, informando de las no conformidades detectadas para establecer las acciones correctivas que permitan eliminar las no conformidades.

d) Se mantendrán registros de **calidad** de las auditorías internas efectuadas, como evidencia de la implantación del **sistema de calidad**

4.18 CAPACITACIÓN Y ADIESTRAMIENTO

4.18.1 OBJETIVO

Asegurar que el personal cuenta con la capacitación y adiestramiento necesario para el adecuado desempeño de sus labores

4.18.2 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

a) Se contará con los procedimientos documentados que permitan identificar las necesidades de capacitación del personal.

b) Se programará e impartirá capacitación al personal encargado de las actividades que puedan afectar la **calidad** de los productos y servicios.

c) El personal que ejecute tareas específicas estará calificado sobre la base de su educación, capacitación y/o experiencia adecuada según se requiera.

d) Se mantendrán registros y evidencias correspondientes de la **calidad** recibida.

4.19 SERVICIO

4.19.1 OBJETIVO

Asegurar que el servicio cumple con los requisitos especificados.

4.19.2 Aplica todos los requisitos solicitados por el cliente y especificaciones contractuales.

4.19.3 Se debe contar con procedimientos documentados para prestar el servicio y verificar que este cumple con los requisitos especificados contractualmente con el cliente.

4.20 TÉCNICAS ESTADÍSTICAS.

4.20.1 OBJETIVO

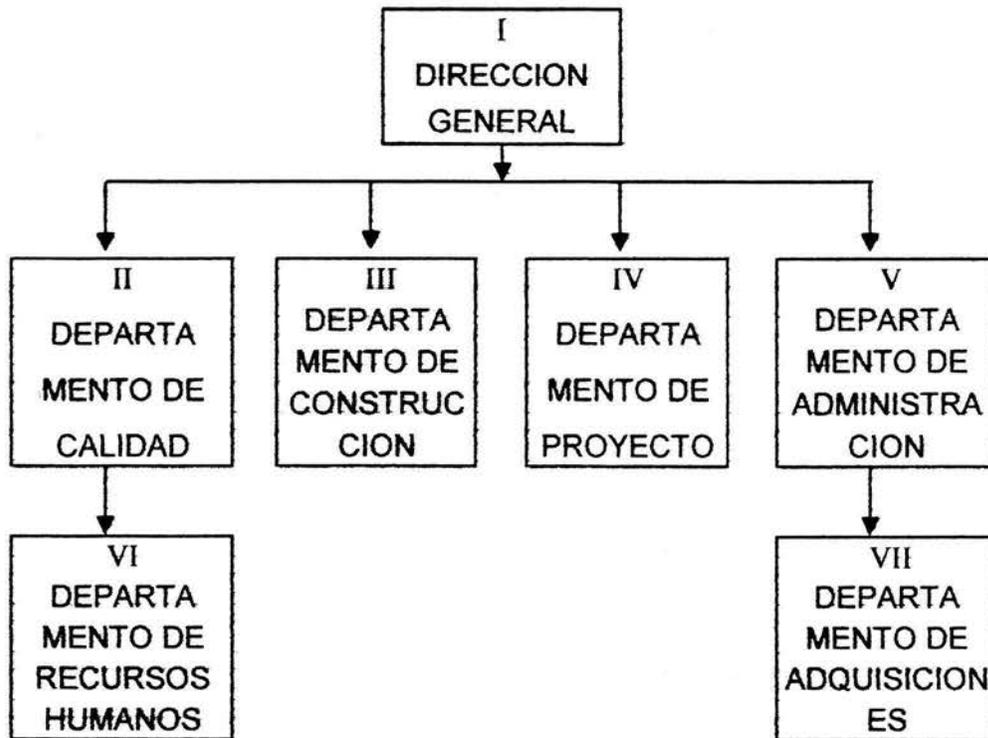
Asegurar que se apliquen técnicas estadísticas para controlar y verificar los procesos establecidos.

4.20.2 Aplica a todos los procesos y actividades que puedan afectar a la calidad

4.20.3 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

Se debe contar con procedimientos documentados para identificar las necesidades de técnicas estadísticas para el control y verificación de procesos y características del producto o servicio.

DIAGRAMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR PERIFÉRICO ORIENTE-CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO



I DIRECCIÓN GENERAL	
Requerimientos de calidad aplicables	
4.1.	Responsabilidad de la dirección.
4.14.	Acciones preventivas y correctivas

II DEPARTAMENTO DE CALIDAD	
Requerimientos de calidad aplicables	
4.1.	Responsabilidad de la dirección.
4.2.	Sistema de calidad .
4.5.	Control de documentos y datos.
4.10.	Inspección y prueba.
4.11.	Control de la inspección, medición y equipo de prueba
4.12.	Estado de inspección y prueba
4.13.	Control de producto no conforme
4.16.	Control de registros de calidad .
4.17.	Auditorías de calidad internas.
4.20.	Técnicas estadísticas

III DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN	
Requerimientos de calidad aplicables	
4.3.	Revisión del contrato.
4.4.	Control del diseño .
4.5.	Control de documentos y datos.
4.9.	Control de procesos.
4.10.	Inspección y prueba.
4.13.	Control de producto no conforme
4.14.	Acciones preventivas y correctivas.
4.16.	Control de registros de calidad .
4.19.	Servicio
4.20.	Técnicas estadísticas

IV DEPARTAMENTO DE PROYECTO	
Requerimientos de calidad aplicables	
4.3.	Revisión del contrato.
4.4.	Control del diseño.
4.5.	Control de documentos y datos.
4.14.	Acciones preventivas y correctivas.
4.20.	Técnicas estadísticas

V DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN	
Requerimientos de calidad aplicables	
4.1.	Responsabilidad de la dirección.
4.2.	Sistema de calidad

VI DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS	
Requerimientos de calidad aplicables	
4.18.	Capacitación.

VII DEPARTAMENTO DE ADQUISICIONES	
Requerimientos de calidad aplicables	
4.5.	Control de documentos y datos.
4.6.	Control de adquisiciones.
4.7.	Control de producto proporcionado por el cliente.
4.8.	Identificación y rastreabilidad del producto.
4.15.	Manejo, almacenamiento, empaque, conservación y entrega.

7.5 AUDITORÍA DE CALIDAD.

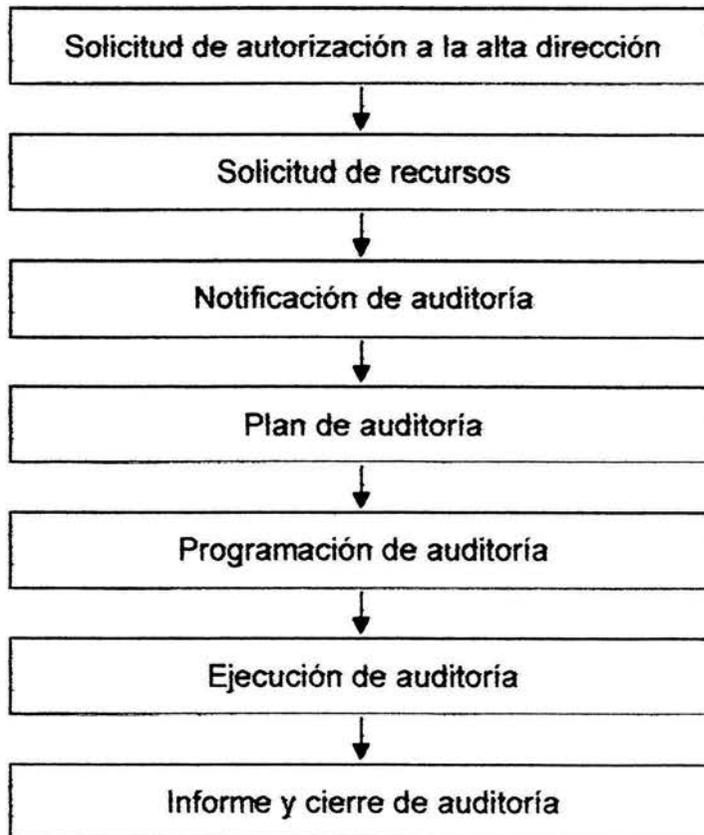
En el presente punto se tratará la aplicación de una auditoría interna al sistema de calidad implantado al proyecto y construcción, del puente vehicular Periférico Oriente - Canal de Chalco en la ciudad de México.

Será una auditoría interna de proceso y se aplicará al departamento de construcción, se deberán revisar los requerimientos aplicables del sistema de calidad

El área encargada de practicar la auditoría será el departamento de proyecto.

REQUERIMIENTOS
4.3. Revisión del contrato.
4.4. Control del diseño.
4.5. Control de documentos y datos.
4.9. Control de procesos.
4.10. Inspección y prueba.
4.13. Control de producto no conforme
4.14. Acciones preventivas y correctivas.
4.16. Control de registros de calidad.
4.19. Servicio.
4.20. Técnicas estadísticas.

Diagrama para la realización de una auditoría interna de calidad



**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

HOJA DE PROCEDIMIENTOS

CLAVE: **PGC - AC - 000**

REVISIÓN: 000

Fecha _____

hoja 1 de 4

Tipo de manual: **Manual de procedimientos.**

Tipo del procedimiento: **Procedimiento administrativo para ejecutar auditorías internas de calidad.**

Objetivo: **establecer, controlar, y mantener procedimientos para asegurar que se está llevando a cabo el sistema de calidad implantado de acuerdo a los lineamientos que marcan las normas de calidad.**

Campo de aplicación: **todas las áreas involucradas con el proyecto y construcción del puente vehicular Periférico Oriente - Canal de Chalco en la Ciudad de México.**

Definiciones: **PGC = procedimiento general de calidad.**

AC = aseguramiento de calidad.

000 = numero de procedimiento

Referencias: **programa de aseguramiento de calidad norma 4.9**

Emitió
nombre y firma

Revisó
nombre y firma

Autorizó
nombre y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

HOJA DE PROCEDIMIENTOS

CLAVE: PGC - AC - 000

REVISIÓN: 000

Fecha _____

hoja 2 de 4

Procedimiento:

1) Se deberá solicitar la autorización a la dirección general para llevar a cabo la auditoría interna, indicando el alcance. Formato SAA (Solicitud de Autorización para Auditoría)

2) Una vez teniendo la autorización de la alta dirección para la ejecución de la auditoría interna formato AA (Autorización para Auditoría), se deberán solicitar los recursos necesarios para la correcta realización de dicha auditoría. Formato SRA (Solicitud de Recursos para Auditoría).

3) Se deberá hacer un plan de auditoría considerando las características del área a auditar, para posteriormente revisar y aprobar.

El plan de auditoría deberá contener:

- a) Programación de la auditoría.
- b) Objetivo de la auditoría.
- c) Alcance de la auditoría.
- d) Selección del grupo auditor.
- e) Orientación del grupo auditor.
- f) Asignación de tareas y actividades.
- h) Listas de verificación.

Emitió
nombre y firma

Revisó
nombre y firma

Autorizó
nombre y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

HOJA DE PROCEDIMIENTOS

CLAVE: PGC - AC - 000

REVISIÓN: 000

Fecha _____

hoja 3 de 4

- i) Formatos.
- j) Agenda de trabajo.
- k) Notificación de la auditoría.

4) Se deberá notificar por escrito al área auditada con un tiempo de anticipación como mínimo de dos semanas, indicando el objetivo, el alcance, el programa de trabajo, fecha de inicio, fecha de terminación, identificación del grupo auditor.

5) Para la ejecución de la auditoría se deberá considerar:

- a) Reunión de apertura.
- b) Determinación de la prueba para la auditoría.
- c) Evaluación.
- d) Entrevistas con personal del área auditada.
- e) Detección de las no conformidades.
- f) Definición de la no conformidad.
- g) Revisión privada entre auditores.

Emitió
nombre y firma

Revisó
nombre y firma

Autorizó
nombre y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

HOJA DE PROCEDIMIENTOS

CLAVE: PGC - AC - 000
REVISIÓN: 000

Fecha _____
hoja 4 de 4

h) Revisión con la gerencia general.
i) Reunión de clausura/cierre.
j) Informe de la auditoría.
k) Seguimiento y cierre de la auditoría.

Emitió
nombre y firma

Revisó
nombre y firma

Autorizó
nombre y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA AUDITORÍA

CLAVE: SAA - DP - 001

AUDITORÍA INTERNA No. 001

DE: GERENCIA DE PROYECTO

FECHA: _____

PARA: DIRECCIÓN GENERAL.

Por este conducto le informamos que se realizará una auditoría de **calidad** al departamento de construcción, para comprobar los sistemas implantados de administración y seguimiento de calidad sobre la base de las normas establecida en el manual de procedimientos implantados en este proyecto.

El alcance de la auditoría se concentrará en el área de procedimientos constructivos.

Por lo anterior, solicitamos la autorización de la dirección general para el cumplimiento de esta auditoría.

atentamente.

Gerencia de proyectos

nombre y firma.

c. c. p. departamento de construcción

c. c. p. archivo de calidad.

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

AUTORIZACIÓN PARA AUDITORÍA

CLAVE: AA - DG - 001

AUDITORÍA INTERNA No. 001

DE: DIRECCIÓN GENERAL

FECHA: _____

PARA: DEPARTAMENTO DE PROYECTO

En respuesta a la solicitud para llevar a cabo una Auditoría Interna al Departamento de Construcción, Documento SAA-DP-001 de fecha _____

Por este conducto le informo que esta Dirección no tiene inconveniente en que se realice dicha Auditoría, por lo que se autoriza para que se continúe con los procedimientos establecidos.

atentamente.

Dirección General

nombre y firma.

c. c. p. departamento de construcción

c. c. p. archivo de calidad.

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

SOLICITUD DE RECURSOS PARA AUDITORÍA

CLAVE: SRA - DP - 001

AUDITORÍA INTERNA No. 001

DE: DEPARTAMENTO DE PROYECTO

FECHA: _____

PARA: DIRECCIÓN GENERAL.

Por este conducto le solicitamos atentamente tenga a bien proporcionarnos los recursos que a continuación le detallamos:

1. - Un capturista.
2. - Una terminal para reportes e informe final.
3. - Recursos humanos, ½ hora de tiempo por cada uno de los elementos del departamento de construcción.

atentamente.

Auditor líder

nombre y firma.

c. c. p. archivo de calidad.

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

PLAN DE AUDITORÍA

CLAVE: PA - DP - 001

AUDITORÍA INTERNA No. 001

FECHA: _____

Hoja 1 de 2

ÁREA: DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN

OBJETIVO: Verificación del cumplimiento del manual de procedimientos.

ALCANCE: Revisión de los documentos de los procedimientos constructivos.

1. - Cimentación.
2. - Estructura.
3. - Acabados.

PROGRAMACIÓN: La duración de la auditoría será de un día.

GRUPO AUDITOR: Constará de tres auditores y un auditor líder a los cuales previamente se les capacitará para asignarles sus actividades durante el proceso de la auditoría.

FORMATOS: Se utilizarán los formatos del **sistema de aseguramiento de calidad** vigentes para auditorías internas.

AGENDA DE TRABAJO: Se determinará en común acuerdo con el Departamento de Construcción.

Auditor líder
nombre y firma

c. c. p. archivo de calidad.

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

PLAN DE AUDITORÍA

CLAVE: PA - DP - 001

AUDITORÍA INTERNA No. 001

FECHA: _____

Hoja 2 de 2

NOTIFICACIÓN DE AUDITORÍA: Se notificará al Departamento de Construcción con un tiempo de anticipación como mínimo de dos semanas.

RESPONSABLE: Gerente de Construcción.

Documentación de referencia:

- a) Manual de calidad.
- b) Manual de procesos.

Modelo de calidad aplicable **NMX-CC-003/ISO 9001 NORMA 4.9**

atentamente.

Auditor líder

nombre y firma.

C.c. p. archivo de calidad.

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

NOTIFICACIÓN DE AUDITORÍA

CLAVE: NA -DP - 001	AUDITORÍA INTERNA No. 001
DE: DEPARTAMENTO DE PROYECTO	
PARA: DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN	
Fecha de inicio _____	Fecha _____
Fecha de terminación _____	
Área auditada: Departamento de construcción.	
Objetivo: Verificación del cumplimiento del manual de procedimientos.	
Alcance: Revisión de la documentación de los procedimientos constructivos.	
Programa de trabajo:	
9:00 a 10:00 hrs. Entrevista con el superintendente de construcción.	
10:00 a 15:00 hrs. Revisión de la documentación de los procedimientos constructivos.	
17:00 a 19:00 hrs. Informe del resultado de la auditoría con el gerente de construcción.	
Audidores participantes.	
_____	_____
_____	Auditor líder
_____	Nombre y firma.

	Área Auditada
	Nombre, firma y cargo.
c. c. p. archivo de calidad.	

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

LISTA DE ASISTENCIA APERTURA DE AUDITORÍA

CLAVE: LAA - DP - 001

AUDITORÍA INTERNA No. 001

Fecha _____

hora _____

Área auditada: Departamento de construcción

Auditores participantes.

Auditor líder
nombre y firma

Representante de área auditada
nombre firma y cargo.

c. c. p. archivo de calidad.

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

PROGRAMACIÓN DE LA AUDITORÍA

CLAVE: PRA - DP - 001

AUDITORÍA INTERNA No. 001

Fecha _____

hoja 1 de 2

PROGRAMA DE ACTIVIDADES:

Auditor uno: Revisión del manual de procedimientos y documentación relacionada

Auditor dos: Revisión de procedimientos constructivos en cimentación y estructura.

Auditor tres: Revisión de procedimientos constructivos en acabados

TIEMPOS ESTIMADOS: 8.00 hrs. para cada auditor (conjuntamente)

El departamento de construcción esta integrado por:

- a) Gerente de construcción.
- b) Superintendente.
- c) 3 jefes de frente.
- d) 3 auxiliares técnicos.
- e) 2 topógrafos.
- f) 4 cadeneros.
- g) 2 capturistas.
- h) 2 secretarias.

Auditor líder _____

Puesto, nombre y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

PROGRAMACIÓN DE LA AUDITORÍA

CLAVE: PRA - DP - 001

AUDITORÍA INTERNA No. 001

Fecha _____

hoja 2 de 2

Productos o servicios que generan o transforman: los procedimientos constructivos para la realización de la obra con la **calidad** requerida de acuerdo a los requisitos especificados en el contrato y a los requerimientos especificados en las normas vigentes en el lugar de los trabajos.

Modelo de calidad aplicable: NMX-CC-003/ISO 9001 norma 4.9

Medio de difusión: Informe escrito.

Responsable de atender la AUDITORÍA: Superintendente de construcción.

Auditor líder _____

Puesto, nombre y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

HOJA DE VERIFICACIÓN AUDITORÍA

CLAVE: HVA - DP - 001

AUDITORÍA INTERNA No. 001
Fecha _____
hoja 1 de 1

Área auditada: Departamento de construcción.
Tipo de AUDITORÍA: De procedimiento
Norma de referencia: NMX-CC-003-/ISO 9001 REQ. 4.9

No.	Preguntas	Sí	no	n/p	observaciones
1. -	¿Cuentan con el primer documento de procedimiento para archivo del control de documentos y datos?	x			si fue presentado
2. -	¿Cuentan con el archivo de documentos que contiene los procedimientos constructivos para la cimentación?	x			si fue presentado
93. -	¿Cuentan con el archivo de documentos que contienen los procedimientos constructivos para la superestructura. ?	x			si fue presentado
4. -	¿Cuentan con el archivo de documentos que contiene los procedimientos constructivos para los acabados?	x			si fue presentado

clasificación de la no conformidad	critica _____	mayor _____
	menor _____	no procede <u>x</u>

Auditor líder
nombre y firma

Responsable del área auditada
Nombre cargo y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

HOJA DE PROCEDIMIENTOS

CLAVE: PC - DCO - 013

REVISIÓN: 000

Fecha _____

hoja 1 de 3

Tipo de manual: **Manual de procedimientos.**

Tipo del procedimiento: **Procedimiento constructivo para la fabricación de pilotes**

Objetivo: La fabricación de pilotes en la obra para evitar la transportación de estos, disminuyendo los posibles daños ocasionados por maniobras excesivas

Campo de aplicación: En el área para el desplante de la cimentación del puente vehicular

Referencias: Programa de aseguramiento de calidad norma 4.9

Procedimiento:

1. - Se preparará la superficie, nivelando, conformando y compactando el terreno natural, dependiendo de las características de este, se determinará la necesidad de mejorarlo mediante la adición de una capa de material inerte.

2. - Se colará una cama de concreto pobre ($F'c = 100 \text{ kg/cm}^2$) de 5 cm. de espesor, de 300 m² (15.00 x 20.00 m) sobre la cual se llevara a cabo el armado y colado de los pilotes.

Emitió
nombre y firma

Revisó
nombre y firma

Autorizó
nombre y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

HOJA DE PROCEDIMIENTOS

CLAVE: PC - DCO - 013

REVISIÓN: 000

Fecha _____

hoja 2 de 3

3. - Se deberá armar los pilotes con acero de refuerzo grado duro $F'y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$, reforzando tanto la punta como la parte final, conforme con lo especificado en el proyecto. El armado se colocará sobre la cama de fabricación dejando alternativamente un espacio idéntico entre cada pilote, para posteriormente en este espacio llevar a cabo la fabricación de un pilote más.

4. - Se colocará la cimbra lateral para cada pilote, aprovechando para maniobras el espacio dejando entre pilote y pilote. Para la fabricación de los pilotes en los espacios entre pilote y pilote no se utilizará cimbra, ya que los costados de los pilotes colados en la primera etapa, harán las veces de cimbra lateral.

5. - Se efectuará el colado de los pilotes vaciando el concreto de manera continua en el sitio, distribuido uniformemente en toda su longitud; durante el proceso de colado se deberá vibrar la mezcla con vibrador de inmersión. Los pilotes no deberán moverse de su lugar de colado hasta que hayan adquirido la resistencia necesaria para su manejo. El concreto a utilizar será del tipo I $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ con tamaño máximo de agregado de $1/2''$ y un revenimiento máximo de 10 cm.

Emitió
nombre y firma

Revisó
nombre y firma

Autorizó
nombre y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

HOJA DE PROCEDIMIENTOS

CLAVE: PC - DCO - 013

REVISIÓN: 000

Fecha _____

hoja 3 de 3

6. - Se retirará la cimbra lateral tan pronto como el concreto haya alcanzado una dureza suficiente para que no sufra daños durante esta maniobra.

7. - Todas las caras laterales del pilote deberán ser lisas, continuas y exentas de salientes y oquedades.

Emitió
nombre y firma

Revisó
nombre y firma

Autorizó
nombre y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

HOJA DE PROCEDIMIENTOS

CLAVE: **PC - DCO - 025**

REVISIÓN: 000 Fecha _____
hoja 1 de 2

Tipo de manual: **Manual de procedimientos.**

Tipo del procedimiento: **Procedimiento constructivo para el cimbrado y colado de columnas**

Objetivo: **Garantizar la seguridad estructural en estos elementos**

Campo de aplicación: **En la estructura del puente vehicular**

Referencias: **Programa de aseguramiento de calidad norma 4.9**

Procedimiento:

1. - Se deberá utilizar cimbra metálica.
2. - Las operaciones para la fabricación, vaciado, vibrado y curado del concreto deberán ser ejecutadas con los equipos mecánicos adecuados de acuerdo con el proyecto.

_____	_____	_____
Emitió	Revisó	Autorizó
nombre y firma	nombre y firma	nombre y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

HOJA DE PROCEDIMIENTOS

CLAVE: PC - DCO - 025

REVISIÓN: 000

Fecha _____

hoja 2 de 2

3. - El concreto se vaciará colocándolo por capas horizontales continuas. Cada capa se deberá acomodar y compactar en toda su profundidad para obtener un concreto que llene completamente los moldes y cubra en forma efectiva el acero de refuerzo.

4. - El colado se llevará por etapas a cada dos metros teniendo el cuidado de que la terminación de cada junta de colado quede rugosa, permaneciendo húmeda durante 24 horas previas al nuevo colado, se deberá utilizar un aditivo de adhesión en la junta del nuevo colado.

5. - Para el colado del cabezal será necesario que el concreto de la columna obtenga su resistencia máxima.

Emitió
nombre y firma

Revisó
nombre y firma

Autorizó
nombre y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

HOJA DE PROCEDIMIENTOS

CLAVE: PC - DCO - 031

REVISIÓN: 000

Fecha _____

hoja 1 de 6

Tipo de manual: **Manual de procedimientos.**

Tipo del procedimiento: **Procedimiento para la construcción de la carpeta asfáltica.**

Objetivo: Garantizar la calidad de la carpeta asfáltica

Campo de aplicación: En el acabado del pavimento asfáltico

Referencias: Programa de aseguramiento de calidad norma 4.9

Definiciones:

a) **Carpeta asfáltica.**- capa construida mediante mezcla asfáltica y colocada sobre la base, que sirve para proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente a las cargas, al desgaste, a la intemperie y que proporciona adherencia a las ruedas de los vehículos.

Emitió
nombre y firma

Revisó
nombre y firma

Autorizó
nombre y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

HOJA DE PROCEDIMIENTOS

CLAVE: PC - DCO - 031

REVISIÓN: 000

Fecha _____

hoja 2 de 6

b) **Riego asfáltico.**- aplicación de material asfáltico líquido a una superficie terminada, con objeto de impermeabilizarla, estabilizarla y/o adherirla a la carpeta asfáltica.

Los riegos pueden ser:

1. - **Riego de impregnación.**- es la aplicación de un asfalto rebajado a la base terminada o a la capa subrasante, para impermeabilizarla y formar una transición entre ella y las mezclas asfálticas.

2. - **Riego de liga.**- es la aplicación de un asfalto rebajado con objeto de unir perfectamente la base o la capa subrasante con la mezcla asfáltica de la carpeta.

3. - **Riego de sello.**- consiste en la aplicación de un producto asfáltico sobre el cual se coloca agregado pétreo, uniformemente distribuido y adherido, para alargar la vida útil de los pavimentos y así mismo proporcionar una superficie de rodamiento antiderrapante e impermeable.

Emitió
nombre y firma

Revisó
nombre y firma

Autorizó
nombre y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

HOJA DE PROCEDIMIENTOS

CLAVE: PC - DCO - 031

REVISIÓN: 000

Fecha _____

hoja 3 de 6

Procedimiento:

1. - Antes de iniciar el proceso de aplicación del riego o construcción de la carpeta, se deberá verificar con el apoyo de las pruebas de laboratorio que la base tiene el grado de compactación especificado en el proyecto.

2. - Una vez recibida la base o sub-base sobre la que se realizará el riego de impregnación inmediatamente antes de este, deberá barrerse dejándola libre de impurezas y material suelto, posteriormente se aplicará el riego de emulsión asfáltica indicada en el proyecto, mediante petrolizadora distribuyendo el producto uniformemente a razón de 1.5 lts/m² y aplicándola a una presión mayor a 1.5 kg/cm². Una vez aplicado el riego de impregnación se deberá dejar reposar cuando menos dos días, con el objeto de que se logre una penetración aceptable de 5mm. Como mínimo y que el asfalto haya perdido la totalidad de los solventes.

Cuando por causas de fuerza mayor deba transitarse por el tramo recién impregnado, se colocará arena seca a razón de 6 a 8 lts. por m², con el objeto de protegerlo.

3. - Una vez que haya pasado el tiempo suficiente para que el riego de impregnación pierda el total de los solventes, se deberá barrer perfectamente, retirando las materias extrañas o sueltas y deberá estar perfectamente seca para posteriormente aplicar el riego de liga, lo que será con un producto asfáltico a razón de 0.5 lts/m².

El riego de liga no deberá estar expuesto mas de diez horas sin tender la mezcla asfáltica, con el objeto de evitar que adquiera impurezas tales como polvo o materias extrañas.

Emitió
nombre y firma

Revisó
nombre y firma

Autorizó
nombre y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

HOJA DE PROCEDIMIENTOS

CLAVE: **PC - DCO - 031**

REVISIÓN: 000

Fecha _____
hoja 4 de 6

Si por causas de fuerza mayor, dicho lapso de exposición del riego fuese mayor, se repetirá la aplicación con bacheador a razón de 0.2 lts/m².

4. - Previamente a la colocación de la carpeta asfáltica y sobre el riego de liga deberá aplicarse un tendido de mezcla asfáltica de espesor mínimo para evitar que el tránsito del equipo de construcción levante dicho riego. Posteriormente se tenderá la mezcla con una máquina terminadora en un espesor tal, que una vez compacto se obtenga el del proyecto.

La velocidad de la máquina terminadora al colocar la mezcla deberá estar comprendida entre 2 y 4 km./hr.

Para obtener los espesores de material compacto de proyecto, deberán controlarse las capas que va dejando la terminadora según la siguiente relación:

Espesor de proyecto x 1.3 (abundamiento) = espesor tendido por la maquina terminadora.

La temperatura para el tendido deberá estar comprendida entre 110° y 120° c, evitándose el tendido cuando la temperatura ambiente sea menor a los 10° c.

La mezcla asfáltica deberá compactarse a una temperatura comprendida entre 90° y 110° c. La compactación se hará longitudinalmente traslapando a toda rueda, se iniciará de la parte baja hacia la parte alta, avanzando de la guarnición al centro del arroyo.

Emitió
nombre y firma

Revisó
nombre y firma

Autorizó
nombre y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

HOJA DE PROCEDIMIENTOS

CLAVE: **PC - DCO - 031**

REVISIÓN: 000

Fecha _____

hoja 5 de 6

La carpeta terminada deberá tener la sección y pendiente del proyecto y en ningún punto se aceptaran depresiones o crestas mayores de 5 milímetros, medidas con una regla de tres metros, normal y paralela al eje de la vía.

5. - Una vez que los trabajos de la construcción de la carpeta asfáltica hayan cumplido con las especificaciones del proyecto, se deberá aplicar un riego de sello con agregados pétreos.

Previamente a la aplicación del riego de sello se deberá barrer perfectamente la superficie con el objeto de eliminar polvos, grasas o materiales que impidan la adherencia del riego.

Se aplicará un riego con el producto asfáltico indicado en el proyecto, aplicándolo con petrolizadora a razón de aproximadamente 1.5 lts/m².

Inmediatamente después del riego asfáltico se tenderá el material pétreo, del tipo 3A o 3E con distribuidor a razón de 10 lts/m².

Posteriormente de tendido el material pétreo se procederá a su compactación con dos o tres pasadas con una compactadora de rodillos lisos tipo tandem de 5 a 8 toneladas.

6. - Ya teniendo compactada y recibida la carpeta asfáltica y que ésta haya adquirido la temperatura ambiente, con el objeto de darle una mayor impermeabilidad se deberá aplicar un sello con cemento portland I.

Emitió
nombre y firma

Revisó
nombre y firma

Autorizó
nombre y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

HOJA DE PROCEDIMIENTOS

CLAVE: **PC - DCO - 031**

REVISIÓN: 000

Fecha _____

hoja 6 de 6

Se deberá tener la seguridad de que se ha eliminado la totalidad de los solventes y antes de proceder al sello con cemento, deberá de barrerse perfectamente la superficie dejándola libre de polvo e impurezas.

Posteriormente se distribuirá el cemento portland en seco sobre la superficie de la carpeta a razón de $\frac{3}{4}$ kg/m², tallándose enérgicamente con cepillos de fibra contra la superficie a fin de que penetre en la porosidad de la carpeta asfáltica.

Después se adicionará el agua necesaria de 1.0 a 1.5 lts/m² aproximadamente para formar una lechada de consistencia media, la cual se esparcirá uniformemente con los mismos cepillos, hasta lograr una superficie pareja.

Se dejará reposar el sello cuando menos seis horas antes de abrirse al tránsito la superficie pavimentada.

Emitió
nombre y firma

Revisó
nombre y firma

Autorizó
nombre y firma

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

LISTA DE ASISTENCIA CIERRE DE AUDITORÍA

CLAVE: LAC - DP - 001

AUDITORÍA INTERNA No. 001

Fecha _____

hora _____

Área auditada: Departamento de construcción

Audidores participantes.

Auditor líder
nombre y firma

Representante de área auditada
nombre firma y cargo.

c. c. p. archivo de calidad.

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR
PERIFÉRICO ORIENTE - CANAL DE CHALCO EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

INFORME DE AUDITORÍA

CLAVE: **IA - DP - 001**

AUDITORÍA INTERNA No. 001

Fecha _____

hoja ____ de ____

Área auditada: **Departamento de construcción.**

Objetivo: **Verificación del cumplimiento del manual de procedimientos.**

Alcance: **Revisión de la documentación de los procedimientos constructivos.**

Responsable: **Gerente de construcción.**

Resultado: Después de aplicada la AUDITORÍA interna de calidad se llegó a las siguientes conclusiones:

Una vez revisados los documentos relativos a los procedimientos constructivos de cimentación, estructura y acabados, se encontró que el departamento de construcción en el área en que se practicó dicha auditoría, cumple con los requisitos especificados en el **manual de calidad**. Así mismo se constató de las revisiones periódicas que se están haciendo a los procedimientos constructivos con la finalidad de obtener una mejora continua.

Por lo anterior el departamento de proyecto da por concluida la auditoría interna practicada, no encontrando motivo de no conformidad.

Auditor líder.

nombre y firma

c. c. p. Departamento de construcción.

c. c. p. Departamento de calidad

8.- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

8.1 OPERACIÓN.

Generalmente los puentes vehiculares se diseñan para una capacidad de tránsito vehicular y carga total determinada con la finalidad de maximizar la operación y mitigar los problemas de tráfico.

El diseño del puente vehicular estará en función de los aforos particulares de la región y de las condiciones en que operará la mayor parte del tiempo. La continuidad del desplazamiento vehicular es fundamental para la operación de la estructura.

Con frecuencia, sin embargo, los puentes vehiculares operan a diferentes capacidades que difieren considerablemente de las condiciones óptimas especificadas. Existen cuatro principales formas de operación del puente, las cuales mencionaremos a continuación.

8.1.1 OPERACIÓN ÓPTIMA DEL PUENTE VEHICULAR.

Para obtener este dato, se realizaron las siguientes consideraciones; velocidad óptima promedio 70 Km/h, seis carriles de tránsito (tres en cada sentido), separación promedio entre automóviles de 15 metros y tránsito continuo. Así se tiene la siguiente operación:

$$\text{Velocidad óptima} = 70 \text{ km/h} = 70,000 \text{ m}/3,600 \text{ s} = 10 \text{ m/s}$$

$$\text{En 1 minuto un auto recorre } 600 \text{ m. } (10\text{m/s} \times 60 \text{ s} = 600 \text{ m.})$$

Si existe una separación de 15 m. Entonces pasaran 40 autos/min.

$$(600 \text{ m}/15 \text{ m.} = 40).$$

Capacidad óptima de un carril = 40 automóviles por minuto

El puente cuenta con seis carriles para tránsito continuo, dando como resultado la capacidad óptima de tránsito de automóviles sobre el puente (240 automóviles por minuto).

De lo anterior, se obtienen los diferentes niveles de eficiencia de operación para la estructura.

8.1.2 OPERACIÓN DEL PUENTE CON TRÁNSITO REDUCIDO.

Evidentemente, al hablar de tránsito reducido, se refiere a que existe poco traslado de vehículos en determinado momento, lo cual incrementa la velocidad, por lo que resulta de carácter imperativo, que los conductores respeten los señalamientos del puente. Se considera para este caso un tránsito hasta de 40 vehículos por minuto.

8.1.3 OPERACIÓN DEL PUENTE CON TRÁNSITO MEDIO.

El TRÁNSITO medio en la operación del puente oscila entre 80 y 100 vehículos por minuto, esta situación se presenta la mayor parte del tiempo y tiene una duración promedio de 10 horas al día (según estudios de aforo realizados por SETRAVI).

8.1.4 OPERACIÓN DEL PUENTE CON TRÁNSITO LENTO O PARADO.

Finalmente, existen casos donde la operación del puente se encuentra reducida por diferentes circunstancias, como pueden ser: vehículos descompuestos, accidentes y por horas pico. El tránsito lento, también puede ser causado por lluvia, la cual, obliga a que los vehículos reduzcan su velocidad por condiciones de seguridad.

Cuando por fallas eléctricas el puente se encuentra sin suministro de energía, su operación debe continuar, para ello cuenta con equipo y accesorios que permiten amplia visibilidad durante la noche, como son los señalamientos fosforescentes, fantasmas, líneas de carriles etc.

8.2 MANTENIMIENTO.

CONSERVACIÓN.

Las vías terrestres se proyectan y construyen para que estén en servicio por un determinado número de años (como mínimo) llamado también vida útil (horizonte de proyecto) de la obra. Al concluir este tiempo, los caminos y puentes se abandonan, rescatan o reconstruyen con objeto de aumentar el servicio por más tiempo.

Al estar en operación, un puente se deteriora poco a poco y presentan diferentes condiciones de servicio a través de los años. Los deterioros del puente pueden ser pequeños al principio pero más adelante probablemente sean más serios y aceleren la falla de la estructura. En este sentido, es necesario su mantenimiento o conservación, para cuando menos asegurar su vida de proyecto.

Las tareas de conservación se pueden clasificar en ordinarias y extraordinarias, en función de que sean labores que se deban llevar a cabo con una periodicidad fija o de

que haya que efectuarlas sólo cuando la evolución del estado del elemento a conservar lo demande.

Del primer grupo (ordinarias), se refieren básicamente a la de inspección, limpieza y pintura; mientras que las del segundo (extraordinarias) abarcan un amplio campo que va desde la rehabilitación del concreto degradado hasta la renovación de elementos de equipamiento como juntas, impermeabilización, etc.

8.2.1 MANTENIMIENTO DE LA CARPETA ASFÁLTICA.

El mantenimiento en la carpeta asfáltica del puente vehicular Periférico Oriente Canal de Chalco, está dirigido a las posibles fallas que puedan presentarse durante su construcción y funcionamiento.

A continuación, se describen diferentes tipos de fallas que se presentan en el pavimento y sus causas probables.

DESCRIPCIÓN DE FALLAS EN EL PAVIMENTO.

RODERAS. Son deformaciones longitudinales que se presentan en la superficie de rodamiento, en la zona de mayor influencia de las ruedas de los vehículos: si son menores a 1 centímetro, se deben a una deformación de la carpeta asfáltica; pero si son mayores, se deben a una insuficiencia en la base o inadecuada calidad.

SUPERFICIE DE RODAMIENTO LISA. Este defecto se debe a un exceso de asfalto en el riego de liga, en la mezcla asfáltica o en el riego de sello. El exceso de asfalto en por acción del tránsito se bombea a la superficie de rodamiento, provocando así un aislamiento pero aún de esta manera se puede tener una capa de asfalto de 1 o 2 mm en forma de nata; esto es muy peligroso, pues los vehículos derrapan con facilidad.

Cuando los riegos de sello se dan en forma inadecuada por exceso de asfalto, escasez de pétreos o mala adherencia de estos con el asfalto, se alisa la superficie de rodamiento, se debe evitar por su alta peligrosidad.

PEQUEÑAS DEFORMACIONES TRANSVERSALES RÍTMICAS. Esta falla, que es muy molesta en el tránsito, se presenta cuando la base no está bien cementada o cuando se construyó en definitiva con materiales inertes. Se debe a las deformaciones de esta capa, producidas por la vibración y los esfuerzos tangenciales que provocan los vehículos y que se refleja hacia la superficie de rodamiento.

DESINTEGRACIÓN DE LA CARPETA. Se presenta en las carpetas asfálticas antiguas por oxidación del asfalto, o en carpetas con escaso contenido de asfalto.

PRESENCIA DE CALAVERAS. Las calaveras son huecos que se forman en la superficie de rodamiento e incluso llegan a ser numerosas, su tamaño no es mayor a 15

cm. Se deben a una calidad insuficiente en la base, a carpetas con contenidos de asfalto menor que el óptimo o por colocar una carpeta nueva sobre otra agrietada y calaverada, que se refleja en la nueva.

BACHES. Se debe a desintegración de la carpeta y de la base por mala calidad de los materiales inferiores o las terracerías con altos contenidos de agua. Ocurren también por calaveras o grietas que no se trataron en forma adecuada y oportuna.

CORRIMIENTO DE LA CARPETA ASFÁLTICA. Ocurre cuando la mezcla es de baja estabilidad, ya sea por exceso de asfalto o en zonas de alta temperatura; se presenta también en los carriles de subida en tramos de pendiente marcada y en curvas, donde los esfuerzos de tracción de los vehículos son muy grandes.

DESCARNADO DE LA CARPETA. Resulta de usar aditivos inadecuados en las mezclas y se presenta en zonas de grandes esfuerzos horizontales provocados por el tránsito, como en zona de arranque y frenado.

Estas son las principales fallas que podrían ocurrir en el puente vehicular Periférico Oriente-Canal de Chalco, aunque existe otro tipo de fallas dependiendo del tipo de pavimento y otras consideraciones.

Respecto al aseguramiento de calidad, la carpeta asfáltica del puente vehicular debe soportar el tránsito con una conservación normal y con rehabilitaciones programadas durante el tiempo de vida útil. Los tramos no deben deformarse en forma apreciable ni presentar grietas.

MANTENIMIENTO NORMAL O PREVENTIVO EN LA CARPETA ASFÁLTICA.

El mantenimiento normal se proporciona en los tramos que no presentan deformaciones ni agrietamientos fuertes, se lleva a cabo por medio de riegos de sello, los cuales en promedio deberán durar tres años si se utilizan materiales pétreos adecuados.

Si la superficie de rodamiento esta lisa, sobre todo si existe una capa de asfalto considerable (2 o 3 mm), se debe raspar con motoconformadora y si es posible, calentar la superficie con anticipación por medio de sopletes acoplados a un camión especial.

Dentro de todo este tipo de mantenimiento normal, se contemplan los trabajos de calavereo y bacheo e incluso renivelaciones ligeras que se pueden presentar en un tramo que no ha contado con trabajos de mayor importancia por algún motivo.

Otro trabajo que se encuentra dentro del mantenimiento normal, es la pintura que delimita los carriles del puente, sobre todo el de las rayas que se pintan en la superficie de rodamiento.

8.2.2 LIMPIEZA DEL ALCANARILLADO.

SISTEMA DE LIMPIEZA.

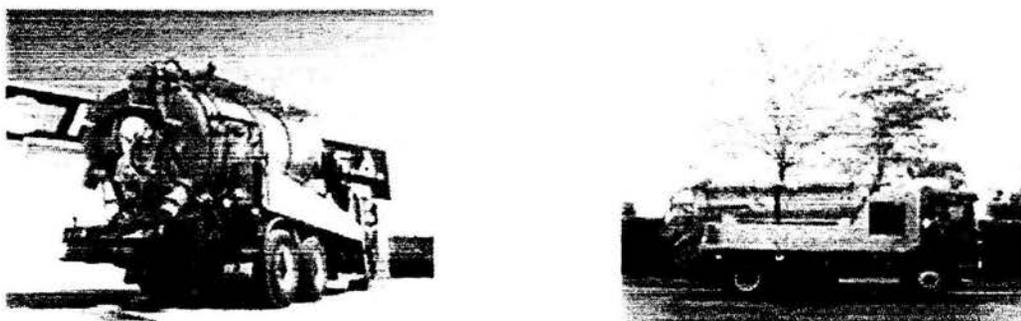
Para el puente vehicular Periférico Oriente-Canal de Chalco, se recurre a procedimientos de limpieza a mano, con auxilio de descargas de agua y de instrumentos especiales. Por fortuna, existen instrumentos modernos que facilitan dicha función.

EQUIPO MIXTO DE RECICLAJE "ECO-RURAL"

UNIDAD DE RECICLAJE Y APROVECHAMIENTO DE LIQUIDOS.

Esta unidad efectúa la limpieza hidrodinámica del alcantarillado y aspira los fangos, como un camión mixto aspirador-impulsor. La innovación tecnológica consiste en la filtración de los fangos aspirados y en la reutilización del agua limpia reciclada.

Figura 8.2.2.3 Equipo de limpieza para alcantarilla



Fuente: Espacios de construcción y maquinaria

Las ventajas de este sistema son:

MEDIOAMBIENTALES

- Reutilización del agua de limpieza
- Reducción de la cantidad de residuos.

ECONÓMICAS

- Menor costo de limpieza.
- Requiere menos personal.
- Operación en continuo (no necesita parada para el abastecimiento de agua)

TECNOLÓGICAS

- Sistema modular de fácil manejo.
- Fácil vaciado.
- Fácil de maniobrar.
- Unidad con control inteligente.
- Alta capacidad.

SEGURIDAD

- Homologación ADR.
- Sistema de corte automático.

FUNCIONAMIENTO

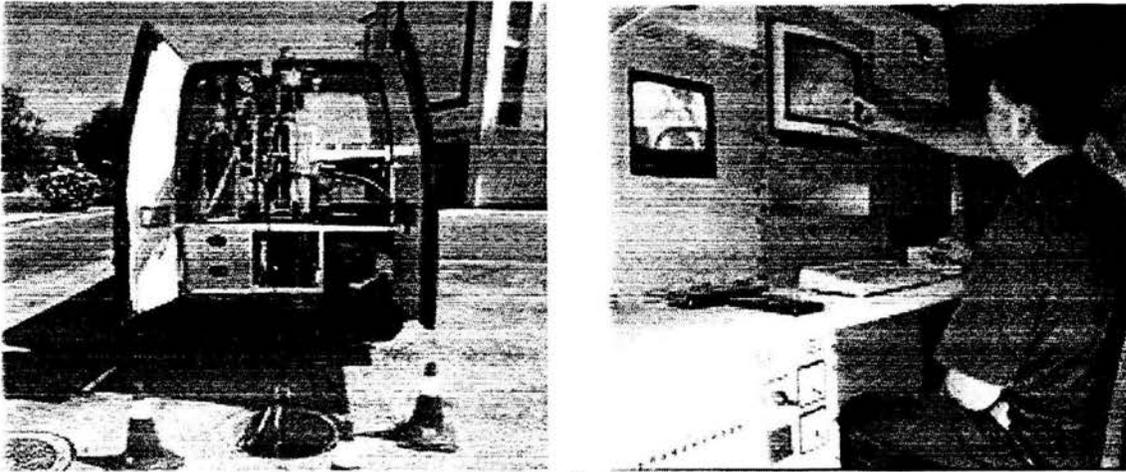
- Los lodos aspirados se bombean al depósito donde se reparten los sólidos del líquido.
- El agua libre drena a través del filtro de gruesos hacia la cámara de aguas sucias. Un filtro rotativo, accionado hidráulicamente, separa los finos y una bomba envía el agua a una unidad de separadores ciclónicos.
- Los ciclones separan simultáneamente y en continuo las partículas pesadas y ligeras y el agua. Los sólidos separados vuelven al depósito de fangos y el agua reciclada al depósito de aguas.
- Cuando se alcanza la altura máxima de este depósito, la bomba de reciclo se para. Cuando el nivel llega al mínimo, la bomba de reciclo comienza a filtrar agua de la cámara de aguas sucias, a través de los ciclones.

Este sistema funciona automáticamente sin interrumpir la aspiración de fangos ni el bombeo de agua a presión.

RECONOCIMIENTO DE TUBERIA POR CIRCUITO CERRADO DE TV.

También hay equipos sofisticados que ayudan a revisar el estado de conservación de superficies de difícil acceso como tuberías, drenaje, estructuras, reactores, etc. En esta ocasión, se presenta un sistema que sería de gran utilidad para poder observar el estado físico interior del drenaje del puente.

Figura 8.2.2.4 Equipo de monitoreo para tuberías



Monitoreo mediante circuito cerrado de televisión.

Características Técnicas.

- Para tuberías desde 8 cm. de diámetro hasta grandes colectores.
- Con capacidad para negociar codos de hasta 90°.
- Con imagen en color y alta definición.
- Dotado de mon tractor de arrastre de cámara y 300 m de longitud de cable.
- Con imagen angular para una correcta visión de juntas, fisuras, etc.
- El equipo está accionado desde un compartimiento aislado, dotado de monitor de visión, foprinter, videograbadora y todos los elementos de control de operación.

Aplicaciones

- Mantenimiento general de redes de alcantarillado.
- Localización de roturas y fangos.
- Localización de estrechamientos, hundimientos, etc.
- Localización de arquetas ocultas.
- Situación exacta de acometidas.
- Visto bueno a redes de alcantarillado de nuevas urbanizaciones.

El empleo de este equipo presenta grandes ventajas para el mantenimiento de la red de alcantarillado del puente, formando así, una alternativa que proporcione información concreta.

8.2.3 MANTENIMIENTO EN GRIETAS.

En México, se han realizado estudios sobre los puentes de concreto tomando como muestra los que se han construido en los últimos años. Los resultados demostraron que los puentes de concreto han permanecido en óptimas condiciones a través del tiempo. La durabilidad es la mejor característica de un puente de concreto. Esto es por el uso del concreto de alta calidad, compresión biaxial que evita que se raje la estructura y la rigidez de la misma, lo que no es utilizado en ninguna otra alternativa para construcción de puentes.

Además de la durabilidad, el puente de concreto postensado no sufre rajaduras, descascarados, perforaciones, deterioro del concreto ni separación de las secciones. Esta misma ventaja no solo se observa en puentes sino que en cualquier tipo de estructura que se construya con estas mismas características.

La óptima durabilidad sin ningún mantenimiento de estas estructuras se debe a las características propias con las cuales se construyó éste puente en particular.

RESINA EPÓXICA PARA INYECCIÓN DE ELEMENTOS DE CONCRETO.

Actualmente se utiliza un producto formado de una base y un catalizador con grandes ventajas en la reparación de estructuras de concreto ya que proporciona resultados mecánicos excelentes para operaciones en gran escala, uniones y grietas con un procedimiento relativamente sencillo que se explicará posteriormente a detalle.

Generalidades. Es un producto de dos componentes libres de solventes, de alta capacidad mecánica para ser usado en la industria de la construcción en pegado de concreto nuevo a viejo y para inyección de elementos de concreto.

Componentes.

Resina ICOP-001-G-A
Endurecedor ICOP-002-G-B

Aplicaciones. El Sistema esta específicamente diseñado para ser inyectado en elementos de concreto y para pegar concreto nuevo con viejo. Sometido a temperaturas moderadas y altas.

Características especiales. Al ser un sistema libre de solventes no acarrea problemas de contracciones. El acabado es de gran dureza. Presenta buena adhesión al concreto y acero. No pierde sus propiedades mecánicas y químicas, aún en zonas húmedas o calientes.

Preparación de la superficie. La superficie de concreto debe estar limpia, seca y libre de grasa.

Mezclado. Debe mezclarse la resina con el endurecedor en una proporción 100:35 en peso, batiendo enérgicamente hasta un color uniforme y de preferencia debe ser mecánica la mezcla.

Tiempo de uso.

100 minutos a 20° C.

45 minutos a 25° C.

20 minutos a 30° C.

Tiempo de curado. La resina secará al contacto en 8 horas.

Aplicación. Inyección mediante un equipo neumático que cuenta con dosificador e inyector simultaneo.

El equipo neumático cuenta con dos tanques dosificadores independientes, uno con base y el otro con catalizador. Cuando están funcionando pasan por un mezclador (serpentín) que permite una mezcla homogénea de la resina y salen a presión por una pistola para la inyección de la mezcla dentro de las estructuras de concreto por medio de boquillas.

Propiedades físicas.

Viscosidad	1000 CP.
Esfuerzo a la compresión a 10 horas y 20° C.	350 Kg/cm ²
Esfuerzo a la compresión a 7 días.	750 Kg/cm ²
Esfuerzo a la flexión a 10 horas y 20° C.	350 Kg/cm ²
Esfuerzo cortante en contacto con concreto a 20° C. (Siempre falla el concreto).	85 Kg/cm ²
Módulo de elasticidad a 20° C.	110.000 Kg/cm ²
Módulo de cortante a 20° C.	43.000 Kg/cm ²
Módulo de Poisson a 20° C.	0.25 Kg/cm ²

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN Y ALGUNAS RECOMENDACIONES.

Preparación del equipo. Deben llenarse los tanques de inyección con la base y el catalizador procurando no confundirlos ya que pueden presentarse problemas de taponamiento y obstrucción del mismo material debido a la reacción química. Los cabos de inyección utilizarán guantes tipo industrial y protección en los ojos por medio de lentes especiales para evitar que el material tenga contacto con ellos.

Figura 8.2.3.1 Herramientas de aplicación para inyección de resina epóxica.



COMPRESOR DE AIRE



BARRA DE APLICACIÓN



TANQUES DOSIFICADORES

Preparación de la grieta. Las uniones a sellarse deben estar limpias y secas. Se debe soplar la unión con aire comprimido sin aceite, para quitar el polvo y la tierra y los desprendimientos, inmediatamente antes de hacer la operación de sellar.

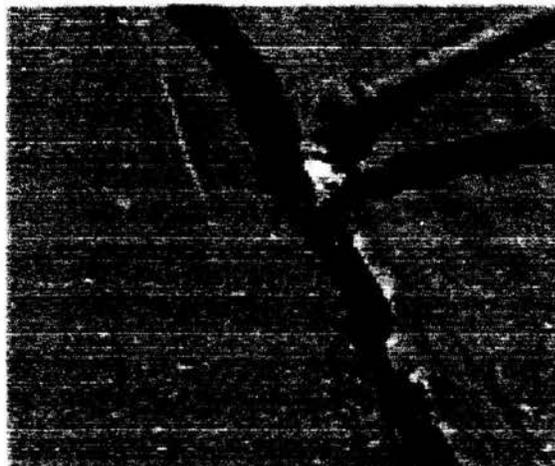
Colocación de boquillas y cordones de resina. Después de limpiar la grieta se colocan boquillas a 30 cm. de separación.

Se aplican resanes de resina epóxica con una cuña a lo largo de la grieta.

Debe dejarse que el material adquiera resistencia para que posteriormente se inyecte la resina epóxica con el equipo. Se recomienda que se realice la inyección al día siguiente de haber emboquillado.

Aplicación de resina. Una vez que se han colocado los cordones de resina y las boquillas en la estructura, se comienza a inyectar de la parte más baja hacia arriba para que el material penetre de manera adecuada, es decir, que se aplica de la boquilla inferior hasta la boquilla superior. Cuando el material inyectado ha llenado la estructura que se está reparando, se puede observar que por el orificio más alto comienza a salir la resina. En éste momento se deja de inyectar material. Es importante limpiar conjuntamente los escurrimientos que se presenten en la estructura y en el piso inmediatamente ya que se endurecen rápidamente y podrían generar problemas que causan dobles maniobras. Al final de la aplicación, deberán quitarse los materiales sobrantes y las boquillas y aplicar resanes con el mismo material utilizando una cuña metálica para un acabado de mayor calidad.

Figura 8.2.3.2 Aplicación de resina epóxica.



Limpieza del equipo.

Después de la utilización del equipo de inyección se deben limpiar (a partir del mezclador o serpentín) todos los accesorios que tengan contacto con la mezcla utilizando solventes fuertes como glicol monoetil éter, metilsoutilcetona o solvente epóxico ICOPSA SOL.

Almacenamiento. Los materiales dentro de los tanques pueden quedarse dentro de los mismos si van a utilizarse al día siguiente, en caso contrario, se recomienda que se almacenen en envases limpios y a una temperatura ambiente mayor a 10° C.

Recomendaciones. En ocasiones resulta aventurado cubicar el volumen de cada grieta en estructuras de concreto, si se piensa que un trabajo de reparación se puede presupuestar por medio de metros lineales de fisuras o por cada una de ellas, se puede caer en un grave error, ya que en ocasiones una fisura o grieta que consume 0.35 litros de material pueda requerir 5 litros, lo que representaría un exceso del suministro y por el costo de la resina es importante manejar presupuestos por volúmenes reales de aplicación, es decir, si en algún trabajo se requiere suministrar y aplicar resina epóxica debe realizarse con una supervisión continua por el contratante y el contratista, y cobrarse lo que se gaste de material independientemente de los análisis de costos que se manejen y los volúmenes.

8.2.4 MANTENIMIENTO DEL SEÑALAMIENTO.

En el puente vehicular existen dos principales tipos de señalamiento, los cuales detallaremos a continuación.

SEÑALAMIENTO VERTICAL.

El señalamiento vertical, de acuerdo al Manual de dispositivos para el control de tránsito de calles y carreteras de la Secretaria de Comunicaciones y Transporte, se clasifica como sigue:

1. Señales informativas (SI)

- SII DE IDENTIFICACION.
- SID DE DESTINO.
- SIR DE RECOMENDACIÓN.
- SIG DE INFORMACION GENERAL.
- SIST DE SERVICIOS Y TURISTAS.

Figura 8.2.4.1 Señales informativas



SIS-11



SIS-12



SIS-13



SIS-14



SIS-15

2. Señales preventivas (SP)

Figura 8.2.4.2 Señales preventivas



3. Señales restrictivas (SR)

Figura 8.2.4.3 Señales restrictivas



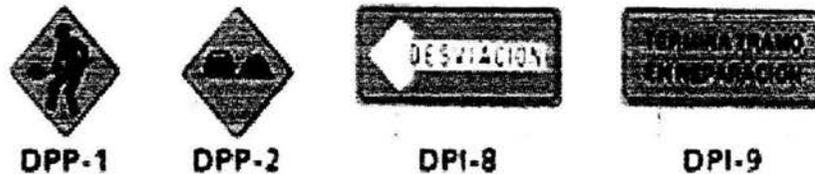
4. Obras y dispositivos diversos (OD)

Figura 8.2.4.4 Señalamiento de obras y dispositivos diversos



5. Dispositivos para protección de obras (DP)

Figura 8.2.4.5 Señalamiento de dispositivos de protección de obras



Para el mantenimiento del señalamiento vertical e instalaciones de cualquier tipo, ya sean preventivas, de protección de obras, de seguridad y restrictivas, se emplean materiales de lámina negra, galvanizada o en aluminio.

Se aplica pintura líquida base solvente para guarniciones y señalamientos, mate o reflectante y en colores amarillo y rojo principalmente, de la más alta calidad, de acuerdo con las normas técnicas de la S.C.T.

Es recomendable que cada tres años se haga un mantenimiento del señalamiento vertical por medio de la aplicación de pintura y anticorrosivos que aporten defensa metálica a todos los elementos que componen dicho señalamiento.

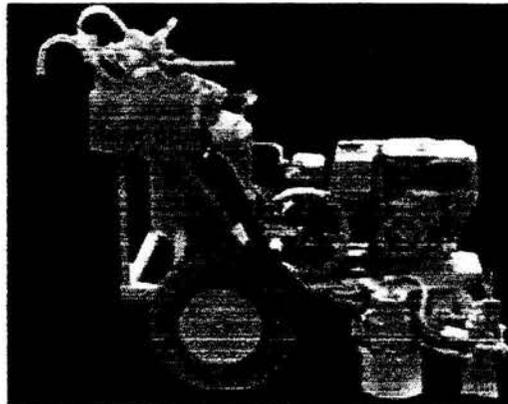
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL.

El señalamiento horizontal esta formado principalmente por la pintura termoplástica que se aplica sobre el pavimento.

Los colores empleados en el señalamiento horizontal para la conservación del puente son principalmente el blanco y el amarillo, de acuerdo a especificaciones de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes.

Estas aplicaciones de repintado en la vialidad deben efectuarse por lo menos cada dos años. Para el mantenimiento del señalamiento horizontal, se emplea un equipo Pinta-Rayas el cual tiene las siguientes características.

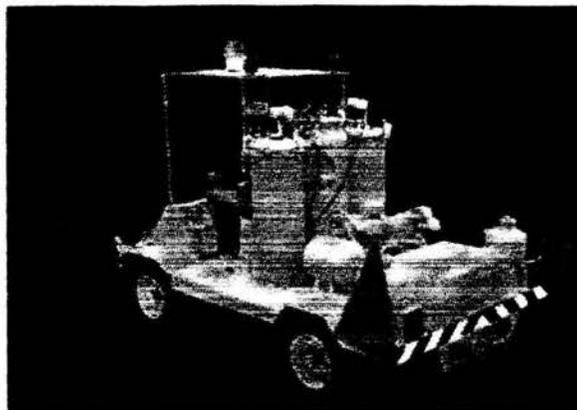
Figura 8.2.4.5 Equipo pinta rayas de propulsión manual.



EQUIPO PINTA RAYAS MODELO MAN-08 PROPULSION MANUAL

- Compresor de 12 pies cúbicos por minuto.
- Motor de gasolina de 8 hp. Para compresor.
- 1 tanque a presión para pintura de 25 litros.
- Deposito para microesfera de 12 kg.
- Pistola atomizadora.

Figura 8.2.4.6 Equipo pinta rayas autopropulsado



EQUIPO PINTA RAYAS MODELO AUT-15 AUTOPROPULSADA

- Compresor de 27 pies cúbicos por minuto.
- Motor de gasolina de 18 hp. Para compresor.
- 2 tanques a presión de pintura de 100 l.
- 1 tanque a presión para microesfera.
- 2 pistolas atomizadoras con disparador electrónico.
- Guía frontal y extensión lateral.
- Dispositivo automático para líneas intermitentes.
- Tablero de control, torretas y luces.
- Motor de tracción mecánica Volkswagen.
- Equipo montado en chasis especial.

Figura 8.2.4.6 Equipo pinta rayas autopropulsado



EQUIPO PINTA RAYAS MODELO AUT-40 AUTOPROPULSADA

- Compresor de 56 pies cúbicos por minuto.

- Motor VW de 42 hp. Para el compresor.
- 2 tanques a presión para pintura de 500 litros cada uno, con agitadores neumáticos, para aplicación de uno o de dos colores diferentes.
- 1 tanque a presión para 500 litros para microesfera.
- 3 pistolas automáticas con disparador electrónico.
- Sistema de limpieza de pistolas y mangueras.
- Guía frontal y extensión lateral.
- Dispositivo automático para líneas intermitentes.
- Tablero de control, torretas y luces.
- Equipo montado en chasis de 3 1/2 toneladas.

De los equipos mostrados, el primero es adecuado para trabajos pequeños, ya que puede utilizarse en tramos cortos y de poco volumen. No se recomienda para el caso en cuestión.

El equipo pinta rayas modelo AUT-15 autopropulsada, es ideal para pintar carreteras y muy común que se utilice en calles y puentes, por lo cual, es recomendable emplearlo en el mantenimiento del repintado del señalamiento horizontal.

El tercer equipo se utiliza para trabajo pesado en aeropuertos y carreteras que necesiten de grandes volúmenes de pintura. Por esta razón, para el trabajo de mantenimiento queda descartado.

8.2.5 MANTENIMIENTO DEL ALUMBRADO.

De acuerdo al aseguramiento de calidad las instalaciones eléctricas del puente son de primera clase. Esto significa que el equipamiento eléctrico en la vialidad del puente no requerirá de cambios o mantenimiento en las líneas del alumbrado (cableado y estructuras), solamente en casos extraordinarios como pueden ser roturas de postes de alumbrado por colisión o accidentes automotrices.

Por otra parte, la limpieza y cambio de los bulbos de iluminación nocturna, deberá efectuarse al cubrir las horas de vida útil especificada por el fabricante (puede variar de 8000 a 11000 horas). Hacer una revisión visual por lo menos dos veces al año y en caso necesario reemplazar los que se encuentren dañados. Algunos ayuntamientos cuentan con una línea telefónica de quejas, donde se reciben reportes de lámparas en mal estado.

LÁMPARAS DE ALUMBRADO.

APLICACIÓN. Esta luminaria fue diseñada para proveer de un buen sistema de alumbrado en avenidas, distribuidores viales, áreas suburbanas, carreteras y estacionamientos.

Figura 8.2.5.1 Lámparas de alumbrado



DESCRIPCIÓN.

El cuerpo esta formado por una sola pieza de aluminio fundido, al cual se coloca una lamina de aluminio donde se encuentra el equipo eléctrico, siendo fácilmente removible, lo cual garantiza un rápido mantenimiento. La parte óptica esta formada de la siguiente forma: El interior de la luminaria esta pintado de blanco, pudiendo llevar reflector adicional, según requerimiento, y junto con el difusor acrílico garantiza una buena difusión lumínica.

El mecanismo de cierre permite un fácil mantenimiento y salida del calor generado en el interior de la luminaria.

RECOMENDACIONES.

- 1) La altura de montaje debe ser de 12 metros (para este caso).
- 2) Debe ser instalada con una inclinación del brazo de montaje entre 0 y 5 grados por encima de la horizontal.
- 3) La unión del brazo de soporte tendrá un diámetro oscilante entre 1 1/4" a 2 1/2".
- 4) Debe asegurarse bien el brazo para evitar la rotación de la luminaria.
- 5) El conexionado debe seguir las instrucciones del fabricante según las normas vigentes para obtener la garantía del equipo.

8.2.6 PINTURA.

El mantenimiento de la pintura en el puente y el repintado de las banquetas y guarniciones tendrá que rehabilitarse cada vez que sea necesario (recomendamos que se efectúe cada año). Este mantenimiento es considerado necesario ya que los efectos climatológicos y el intemperismo desgastan paulatinamente la pintura de las estructuras mencionadas, provocando inclusive, deficiencias en la visibilidad de los conductores.

8.2.7 MANTENIMIENTO DE JUNTAS.

Las juntas son seguramente el elemento más delicado del equipamiento. Estas juntas, por definición, tienen la tarea de unir los espacios libres, requeridos por razones del comportamiento estructural entre dos elementos de un puente.

Una junta eficiente tiene que cumplir con los siguientes requisitos:

- Transmisión de cargas y libertad de movimientos
- Durabilidad de todos los elementos de la junta
- Emisión baja de ruidos durante el paso de los vehículos
- Autolimpiables

Las acciones del tráfico inciden directamente sobre ellas mediante sollicitaciones de impacto repetitivas, lo que produce el agotamiento por fatiga o el desgaste de sus componentes, a los que hay que añadir la corrosión de los elementos metálicos y el envejecimiento de perfiles de goma, morteros, etc. Las acciones que se llevan a cabo son de dos tipos.

Reparación de juntas. Sustitución de módulos rotos, apretado de tuercas, y tornillos, reparación del mortero lateral roto o cuarteado, sustitución de perfiles de goma envejecidos o despegados

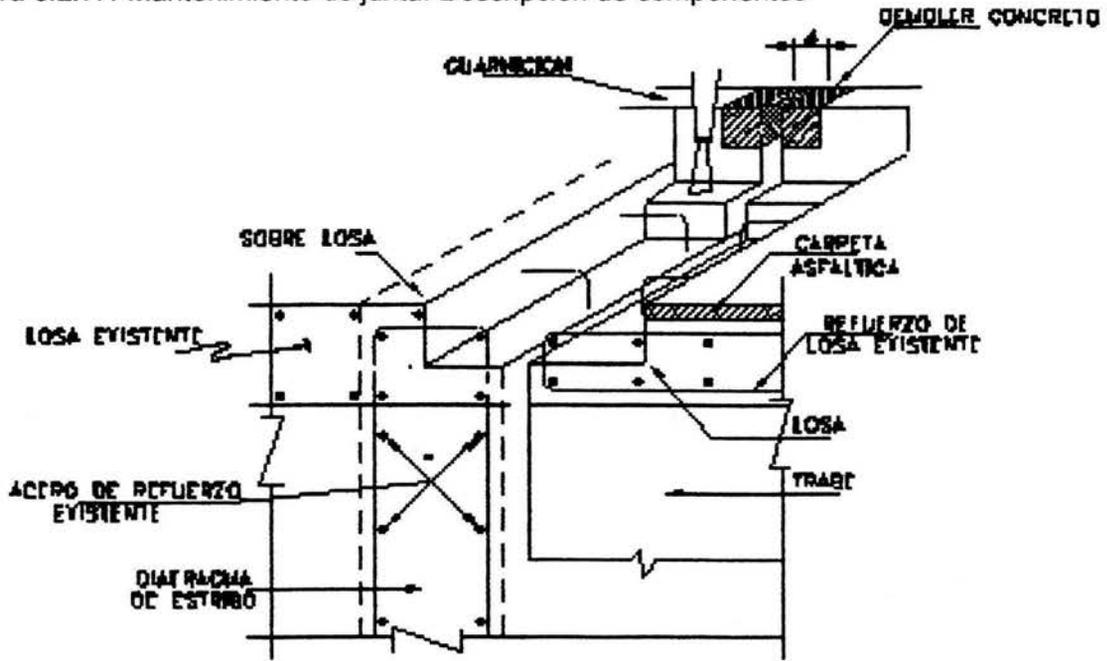
Renovación de juntas. Cambio de la junta por una nueva. En este caso es posible en bastantes ocasiones colocar una nueva junta más sencilla que la original debido a que los movimientos iniciales de la estructura (fluencia, retracción, etc.) no han de tenerse en cuenta.

Procedimiento constructivo de modernización de junta de calzada:

- 1.- Cortar y retirar la carpeta asfáltica en un ancho de 20 centímetros en ambos lados de la junta de dilatación.
- 2.- Realizar la demolición de la losa y hasta 15 centímetros dentro de la banqueta para fijar el remate de la junta de dilatación.

3.- Retirar ángulos y placa de acero de junta existente.

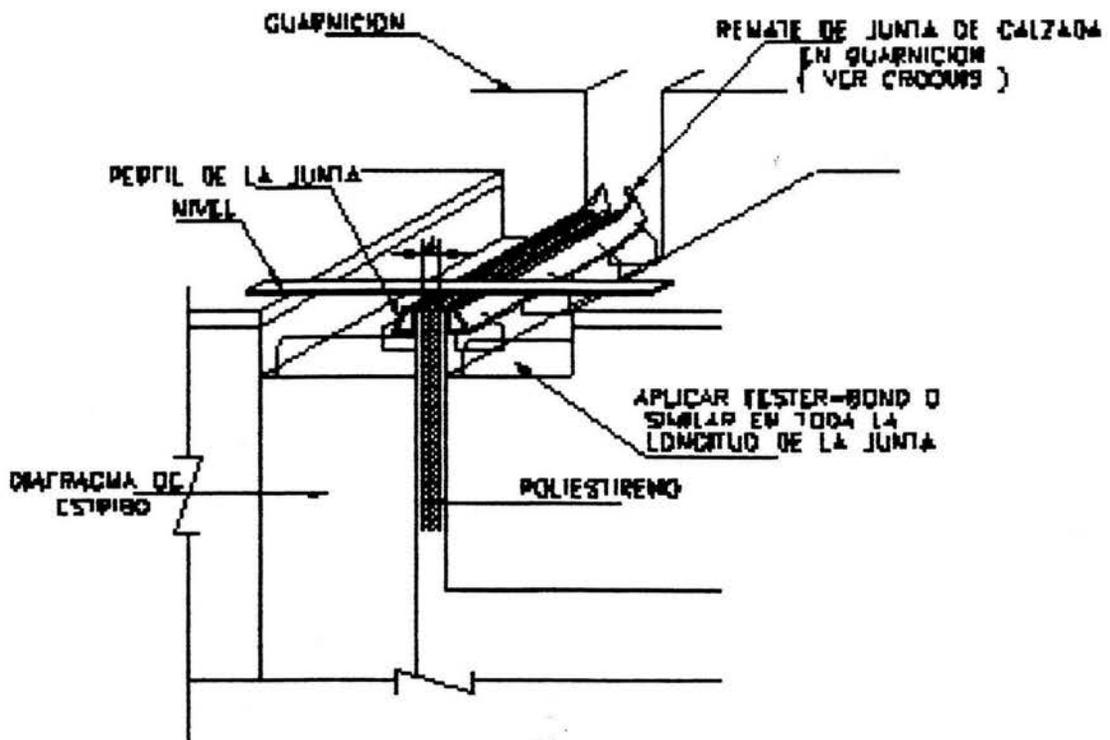
Figura 6.2.7.1 Mantenimiento de junta. Descripción de componentes



Fuente: ConstruAprende.com

4.- Colocar y habilitar perfil en la calzada en ambos lados de la junta.

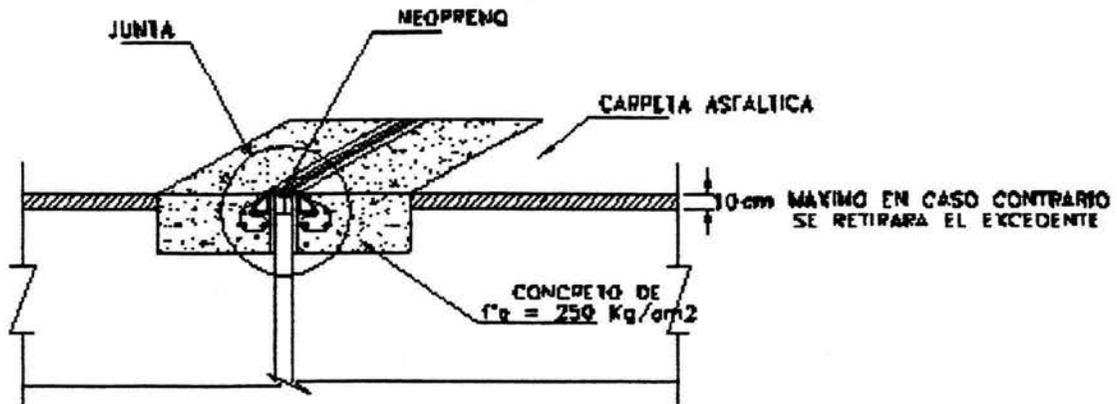
Figura 6.2.7.2 Mantenimiento de junta. Procedimiento



Fuente: ConstruAprende.com

5.- Revisar nivelación de la junta.

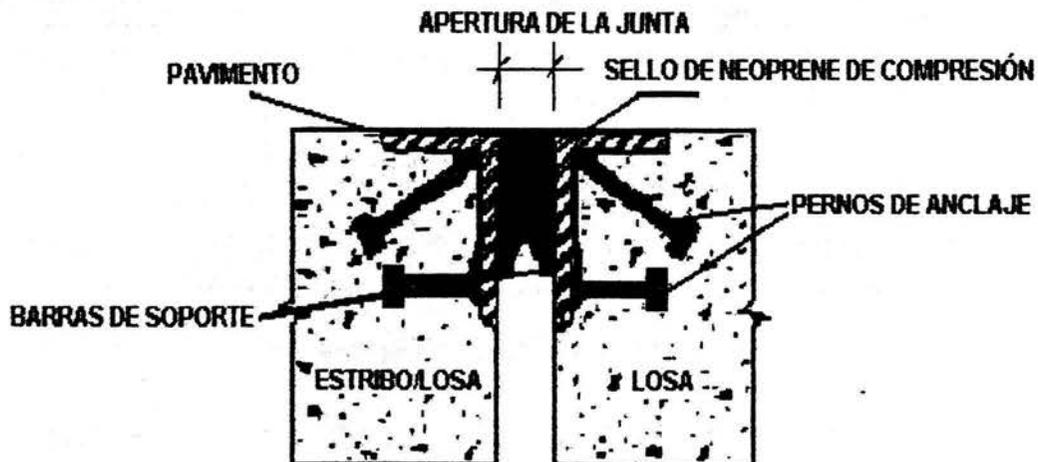
Figura 6.2.7.3 Mantenimiento de junta. Nivelación.



Fuente: ConstruyeAprende.com

6.- Colar y vibrar perfectamente zona de juntas.

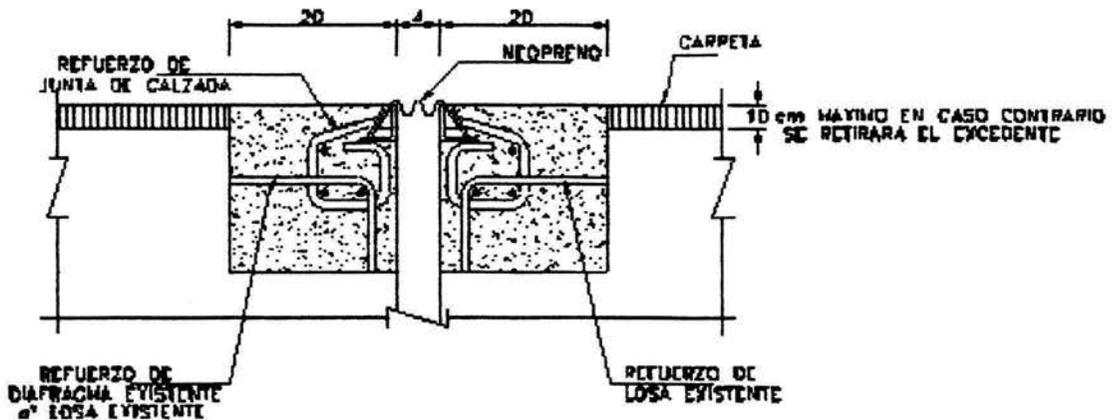
Figura 6.2.7.4 Detalle de junta.



Fuente: ConstruyeAprende.com

7.- Una vez fraguado el concreto se coloca el perfil de neopreno.

Figura 6.2.7.5 Mantenimiento de junta. Perfil de neopreno.

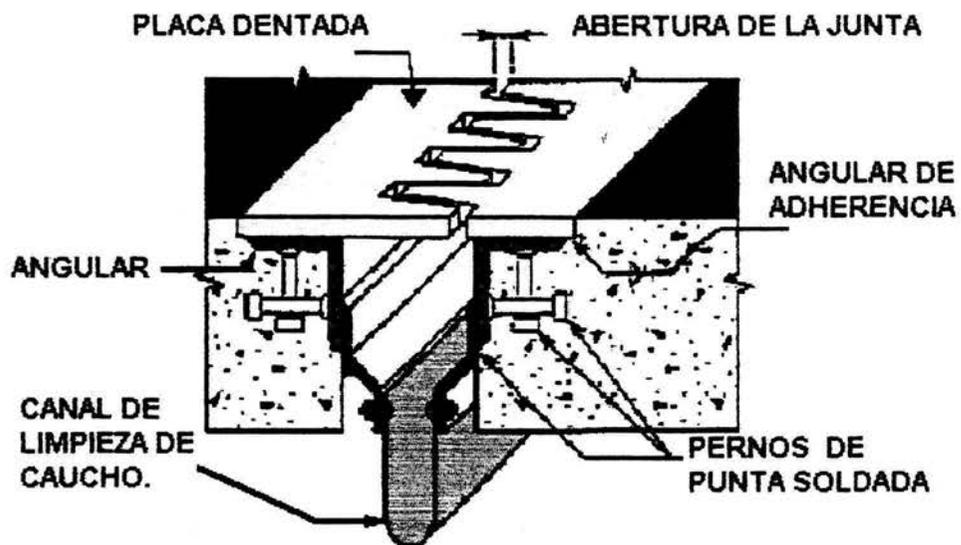


Fuente: ConstruyeAprende.com

Existen otro tipo de juntas empleadas en los puentes vehiculares como son las juntas de acero de placas dentadas.

Al igual, que la junta de neopreno, el mantenimiento es similar, solamente se cambian los perfiles de ángulo y se arreglan las traveses de anclaje, para que después se cambien los peines de acero.

Figura 6.2.7.6 Junta de acero de placa dentada.



Fuente: ConstruyeAprende.com

Generalmente para este tipo de juntas, solamente se realizan reparaciones de carpeta y traveses de anclaje, mediante inyección de resina epóxica en los lugares donde se apoyan las traveses de anclaje con los perfiles metálicos.

9 CONCLUSIONES

Programa integral de transporte y vialidad

A pesar de que el Programa Integral de Transporte y Vialidad cuenta con líneas y operativos para mejorar la circulación vehicular, no se han podido evitar los conflictos que aquejan a la población cotidianamente, ente estos programas se encuentran:

- a) Supervisión de 50 cruceros conflictivos en 12 delegaciones (Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Tlalpan y Venustiano Carranza) de las 07:00 a las 11:00 horas, Con los grupos de Apoyo Vial de la SETRAVI.
- b) Retiro de vehículos del transporte público que permanezcan más tiempo del necesario en los paraderos del STC Metro.
- c) Reprogramación y coordinación adecuada del sistema de semáforos con el apoyo de la Secretaría de Seguridad Pública del DF.
- d) Apoyo en la vialidad de 37 planteles escolares de nivel primaria hasta superior, tanto públicos como particulares ubicados en 12 de las 16 demarcaciones políticas.
- e) Con apoyo de la Secretaría de Obras del Distrito Federal se continúa realizando cuatro adecuaciones geométricas en las siguientes delegaciones: Álvaro Obregón, Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Tlalpan.
- f) Reforzamiento de los dispositivos de control de tránsito (señalamiento horizontal y vertical).
- g) Reordenamiento de los horarios de carga y descarga en el centro histórico.
- h) Cultura y educación vial, programas intensivos.
- i) Promoción del uso de vías alternas.

Sin embargo, para lograr estos objetivos se necesita reforzar y mejorar los siguientes servicios:

- Otorgar primeros auxilios mecánicos como son: el cambio de llantas, pasar corriente a vehículos descompuestos y/o combustible en vías rápidas y avenidas principales, con el propósito de reducir conflictos viales y prevenir accidentes.
- Apoyar a peatones, ofreciendo un trato especial a niños, adultos mayores y personas con discapacidad proporcionándoles la ayuda necesaria, ya sea de información o de protección en el paso de cruceros.
- Canalizar servicios de emergencia, según sea el caso.

- Coadyuvar a disminuir la problemática generada por marchas, mítines, bloqueos, plantones y contingencias diversas
- Participar en la cobertura de eventos masivos.
- Auxiliar en caso de colisiones o siniestros.
- Proporcionar información vía telefónica en los rubros de: ubicación exacta de calles y avenidas, así como de lugares de interés, condiciones de vialidad de las principales arterias y eventualidades como marchas, plantones de manera confiable.
- Proveer información vial a través de Radiodifusoras.
- Talleres y pláticas de Educación Vial en centros escolares a nivel preescolar primaria, secundaria y centros de educación especial.
- Implementar programas de concientización para mejorar la circulación en las calles y avenidas.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Respecto al capítulo de la descripción general del proyecto lo más importante es la justificación de la construcción del puente. En este sentido, se debe contar con estudios demográficos, aforos vehiculares y logísticos que respalden de factibilidad técnica y financiera, así como análisis de costo-beneficio.

SUBESTRUCTURA

Para la determinación de la cimentación de un puente se puede concluir, que es de gran importancia la ubicación de la zona donde se construirá, con el fin de realizar los estudios geotécnicos que nos permitan conocer la capacidad de carga que tiene el suelo, para elegir una cimentación que cumpla con los requisitos de seguridad y el mejor costo. Así mismo, es de vital importancia cumplir con las normas técnicas y criterios de diseño de construcción del lugar.

SUPERESTRUCTURA

Con relación a la superestructura resulta de gran importancia el estudio de cargas a las que se supone será expuesta la estructura, siendo las más importantes las cargas vivas (transito de vehículos), cargas muertas (peso propio de la estructura) y cargas accidentales (sismo y viento), combinando todas éstas para obtener los elementos mecánicos más desfavorables y elegir el tipo de trabe que cumpla con los requisitos de seguridad y costo, empleando para ello las normas y criterios de diseño para su construcción. Es de vital importancia mencionar que en puentes las conexiones entre

los elementos (capiteles y columnas) son de gran relevancia para evitar ante cualquier sismo el colapso de la estructura.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

El uso de la maqueta electrónica durante las fases de diseño y construcción de un proyecto de ingeniería civil, es de gran ayuda ya que permite ilustrar de manera fácil las diferentes etapas y procedimientos a seguir durante la construcción del proyecto, por otra parte en el aspecto social permite mostrar como la obra afectará el entorno, permitiendo visualizar el proyecto antes de ser construido.

En la actualidad existen herramientas de computo para las diferentes disciplinas de Ingeniería Civil que se integran al 100%, es decir que podemos utilizar el proyecto topográfico para crear un modelo digital de terreno y sobreponer a este nuestra estructura o proyecto de Ingeniería Civil.

PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE OBRA

En la introducción de este capítulo se describe la forma en la que se puede realizar un programa de obra. Sin embargo, es importante adquirir conocimientos de otras fuentes para reforzar la capacidad de programar y controlar cualquier proyecto.

En un sistema donde interactúan una gran variedad de recursos técnicos, administrativos y financieros es indispensable contar con un sistema de programación y control de obra. Actualmente, en el mercado existen paquetes de cómputo que facilitan los trabajos.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

El aseguramiento de calidad garantiza que los servicios o productos cumplirán en su totalidad con las características ofrecidas.

La empresa que cuente con un certificado de aseguramiento de calidad adquiere el compromiso de que el total de su personal estará abocado a cumplir con todos los requisitos establecidos en el sistema de aseguramiento de calidad.

Para lo cual se elaboraran manuales de calidad en todas las áreas y en todos los niveles, con lo que garantizará que todo el personal tendrá claramente establecido cuales son sus obligaciones las que tendrán que cubrir cabalmente, por lo tanto hacer las cosas bien y a la primera es un compromiso de todos y cada uno de los trabajadores sin importar el rango.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El mantenimiento adecuado de la red de puentes debe ser entendido por las administraciones públicas responsables de ello, como una labor esencial dentro de sus

tareas. En primer lugar, al igual que para cualquier otra infraestructura, el mantenimiento es imprescindible para evitar la pérdida de la inversión realizada. Además, una adecuada conservación facilita la vialidad y mejora la seguridad.

Ante el crecimiento demográfico y cada vez mayor demanda de los recursos y presupuestos gubernamentales destinados para el desarrollo y el equipamiento vial, es necesario establecer programas y servicios de conservación para que se preste a ésta labor toda la atención, garantizando así que los puentes cumplan adecuadamente su papel en el desarrollo del país.

Sin embargo, es un hecho que el capital dedicado al mantenimiento, está por debajo de los niveles que se podrían considerar como óptimos y en muchos casos, incluso por debajo de los mínimos necesarios.

Los presupuestos para mantenimiento siguen considerándose insuficientes en su mayoría. En México se apunta la necesidad de una reorganización en la administración del mantenimiento para mejorar la eficacia ante una situación en continua evolución.

En función de lo anterior, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Desde el punto de vista organizacional, establecer programas de conservación y mantenimiento en la red de puentes vehiculares para que sean considerados dentro de los presupuestos de los gobiernos delegacionales y municipales.
- Mantener líneas de comunicación y supervisión verticales y horizontales en los ayuntamientos o gobiernos para atender eficientemente las tareas de mantenimiento.
- Se recomienda realizar una clasificación de los puentes, y proponer alternativas de mantenimiento para los diferentes tipos.
- Elaborar cuadros técnicos de mantenimiento, que incluyan las tareas a desarrollar y las fechas en que deben realizarse.

10 BIBLIOGRAFÍA.

DISEÑO DE PUENTES PARA VEHICULOS, TOMO I, II, III Y IV
FILIBERTO CAMPOS NUÑEZ
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES (DISEÑO POR SISMO)
JAVIER AVILES L.
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD (INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS)

NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCION DEL DISTRITO FEDERAL
CENTRO DE ACTUALIZACION PROFESIONAL
CAMARA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION MEXICANA (CENTRO DE ACTUALIZACION PROFESIONAL)

ESTRUCTURAS DE ACERO
OSCAR DE BUEN
LIMUSA (NORIEGA EDITORES)

APUNTES DE CIMENTACIONES
AGUSTIN DEMENEGHI COLINA
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM

ESTRUCTURAS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS
JAMES AMBROSE
LIMUSA (NORIEGA EDITORES)

INTERACCION SUELO - ESTRUCTURA DE CIMENTACION
LEONARDO ZEEVAERT
LIMUSA (NORIEGA EDITORES)

CIMENTACIONES DISEÑO Y CONSTRUCCION
M. J. TOMLINSON
TRILLAS

ANALISIS DINAMICO DE CIMENTACIONES
ING. RENE FERNANDEZ NIÑO
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD (INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA INDUSTRIA ELECTRICA)

VIAS DE COMUNICACIÓN 3 A. ED.
CARLOS CRESPO
LIMUSA (NORIEGA EDITORES)

MECANICA DE SUELOS TOMO I Y II
JUAREZ BADILLO
LIMUSA

ISO 8402-1994
ADMINISTRACION DE LA CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
VOCABULARIO.

ISO-9000-1994

**ADMINISTRACION DE LA CALIDAD Y NORMAS DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
PAUTAS PARA SELECCION Y USO.**

ISO-9001-1994

**SISTEMAS DE CALIDAD-MODELO PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN DISEÑO,
DESARROLLO, PRODUCCION, INSTALACION Y SERVICIO.**

ISO-9002-1994

**SISTEMAS DE CALIDAD-MODELO PARA EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN PRODUCCION E
INSTALACION.**

ISO-9003-1994

**SISTEMAS DE CALIDAD-MODELO PARA ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN INSPECCION Y
PTUEBAS FINALES.**

ISO-9004-1:1994

**ADMINISTRACION DE LA CALIDAD Y ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD
DIRECTRICES.**

ISO-9004-2:1991

**ADMINISTRACION DE LA CALIDAD Y ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD
DIRECTRICES PARA SERVICIOS.**

ISO-10005:1995

ADMINISTRACION DE LA CALIDAD-DIRECTRICES PARA PLANES DE CALIDAD.

ISO-10013:1995

DIRECTRICES PARA DESARROLLAR MANUALES DE CALIDAD

NORMA NMX-CC-7-1 1993

**ISO-10011-1 DIRECTRICES PARA AUDITAR SISTEMAS DE CALIDAD
PARTE 1-AUDITORIAS.**

NORMA NMX-CC-7-2 1993

**ISO-10011-3 DIRECTRICES PARA AUDITAR SISTEMAS DE CALIDAD
PARTE 2-ADMINISTRACION DEL PROGRAMA DE AUDITORIAS.**

NORMA NMX-CC-8-1993

ISO-1011-2 CRITERIOS DE CALIFICACION PARA AUDITORES DE SISTEMAS DE CALIDAD.

**GUIA PARA LOS SERVICIOS EN LA EMPRESA CONSTRUCTORA
ING. HECTOR J. RABADAN TAPIA**

CALIDAD ISO 9000

**MANUAL DEL PARTICIPANTE PARA SOCIOS E INVITADOS DE LA CAMARA MEXICANA DE LA
INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION 1998
ING. FCO. JAVIER VELAZQUEZ CORREA.**