



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD INGENIERIA

**PROYECTO Y CONSTRUCCION DEL PUENTE VEHICULAR
CARLOS ECHANOVE – EL OLIVO**

T E S I S

INGENIERO CIVIL

FLORENTINO HERNANDEZ MARTINEZ

**DIRECTOR DE TESIS
ING. ALEJANDRO PONCE SERRANO**

OCTUBRE DE 2013



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Señor
FLORENTINO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. ALEJANDRO PONCE SERRANO, que aprobó este Comité, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR CARLOS ECHANOVE-EL OLIVO"

- INTRODUCCIÓN
- I. ESTUDIOS PREVIOS
- II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
- III. OBRAS INDUCIDAS
- IV. PROCESOS CONSTRUCTIVOS
- V. CONTROL DE CALIDAD
- VI. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
- VII. CONCLUSIONES

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 2 de Agosto del 2010.
EL PRESIDENTE

ING. RODOLFO SOLÍS UBALDO

RSU/MTH*gar.

Dedico esta a mis padres que fueron ellos los que me dieron la vida y a mi madre muy en especial por la enseñanza proporcionada para lograr todo con humildad y sencillez ya que me inculcaron que la educación se empieza siempre desde la casa.

A mi esposa: Aurora a mis hijos Luis Miguel, Julio Cesar, y a Julia Larios quiero agradecerles por su apoyo, su amistad y cariño que me han demostrado en el trayecto de mi vida.

A mis hermanos y amigos: Rosa María, Laura, Andrés, Vicente y José Luis quiero agradecerles su valioso apoyo y comprensión.

A los maestros que dedican su tiempo para educar, enseñar y sobre todo guiar para ser una persona de bien y lograr ser un profesionista con capacidad para poder aplicar los conocimientos adquiridos en cada una de las encomiendas que nos toque participar.

Al Ing. Alejandro Ponce Serrano por el apoyo prestado para asesorar este ultimo escalón y poder cumplir con un objetivo más en esta carrera de la vida.

Al Ing. Jose Luis Hernández Santos en testimonio de gratitud ilimitada por su valiosa colaboración y paciencia que hicieron posible la terminación de este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por otorgarme un espacio en sus aulas y darme la oportunidad de prepararme y ser una mejor persona, en especial a la Facultad de Ingeniería.

Y a todas aquellas personas que de manera directa o indirecta participaron en la realización de este trabajo.

Gracias

INDICE

	Pág.
INTRODUCCION	7
CAPITULO I ESTUDIOS PREVIOS	12
I.1. Justificación del proyecto	12
I.2. Aforos vehiculares	12
I.3. Estudios topográficos	16
I.4. Estudios de mecánica de suelos	20
I.5. Hidrología	31
I.6. Impacto ambiental	31
I.7. Estudios de factibilidad técnica y económica	35
I.8. Construcción y supervisión	35
CAPITULO II DESCRIPCION DEL PROYECTO	36
II.1 Nombre del proyecto	36
II.2. Naturaleza del proyecto	36
II.3. Objetivos del proyecto	39
II.4. Superficie total requerida	40
II.5. Vías de acceso en donde se desarrollan las obras	40
II.6. Ubicación física del proyecto y plano de localización	40
II.7. Inversión requerida	41
II.8. Características particulares del proyecto	41
II.9. Proyectos asociados	44
II.10. Descripción de las actividades del proyecto	45
CAPITULO III OBRAS INDUCIDAS	49
III.1. Drenaje	50
III.2. Agua Potable	51
III.3. Fibra Óptica	55
CAPITULO IV PROCESO CONSTRUCTIVO	56
IV.1. Construcción de la infraestructura	56
IV.1.1 Perforación previa al hincado de pilotes	56
IV.1.2. Sembrado de pilotes	60
IV.2. Construcción de subestructura	62
IV.2.1. Excavación de Caja para las zapatas	62
IV.2.2. Colocación de plantillas de concreto simple	64
IV.2.3. Descabezado de pilotes	65
IV.2.4. Armado, cimbrado y colado de zapatas	65
IV.2.5. Armado, cimbrado y colado de pilas	69
IV.2.6. Rellenos	71
IV.2.7. Armado, cimbrado y colado de cabezales	72

IV.3. Construcción de la Superestructura	76
IV.3.1. Montaje de las Vigas Presforzadas	76
IV.3.2. Colocación de losa-acero sobre las vigas	82
IV.3.3. Colado de la losa de concreto	83
IV.3.4. Construcción de Guarniciones	84
IV.3.5. Construcción de parapeto metálico	85
IV.3.6. Tendido y compactación de terraplén	86
IV.3.7. Tendido y compactación de la carpeta asfáltica	89
CAPITULO V CONTROL DE CALIDAD	96
V.1. Concreto Hidráulico	96
V.1.1. Concreto premezclado	102
V.1.2. Concreto presforzado	108
V.2. Acero de Refuerzo	
V.2.1. Acero de preesfuerzo	114
V.2.2. Acero estructural	118
V.3. Soldadura	120
V.3.1. Limpieza y protección	121
V.4. Apoyos de neopreno encapsulados	121
CAPITULO VI OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	122
VI.1. Recursos naturales del sitio	122
VI.2. Requerimiento de personal	122
VI.3. Materias primas e insumos por fase de proceso	123
VI.4. Requerimientos de energía	123
VI.5. Requerimientos de agua	123
VI.6. Descargas de aguas residuales	123
VI.7. Generación de ruido	123
VI.8. Medidas de seguridad y planes de emergencia	123
VI.9. Estimación de vida útil	123
VI.10. Programas de restauración ambiental del área	123
VI.11. Residuos solidos domesticos	123
VI.12 En su caso residuos agroquímicos	124
VI.13 Generación de ruidos	124
VI.14. Medidas de seguridad y planes de emergencia	124
VI.15. Etapas de abandono	124
VI.16. Estimación vida útil	124
VI.17. Programas de restauración ambiental del área	124
CONCLUSIONES	126
BIBLIOGRAFIA	128
ANEXO DE PLANOS	129

INTRODUCCIÓN

El Distrito Federal o Ciudad de México es una de las treinta y dos entidades federativas de México. Durante mucho tiempo fue el principal destino de la migración interna de este país, lo cual la colocó durante buena parte del siglo XX como la entidad mexicana más poblada, contando con un territorio de 1.479 kilómetros cuadrados siendo el menos extenso en el país. Actualmente concentra casi nueve millones de personas, detrás de los catorce millones que alberga, el Estado de México, con el que comparte la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

De acuerdo con el Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, la Delegación Cuajimalpa de Morelos se integra al Sector Poniente junto con la Delegación Álvaro Obregón y el Municipio de Huixquilucan, forma parte del conjunto de delegaciones correspondientes al primer contorno junto con las de Azcapotzalco, Álvaro Obregón, Coyoacán, Gustavo A. Madero, Iztacalco e Iztapalapa.

El crecimiento de la ciudad a través de los fraccionamientos de ingreso alto, que se han ido extendiendo hacia el poniente, convirtieron a la delegación en una de las de más alto ritmo de crecimiento en la década pasada. Al mismo tiempo que la vivienda, el desarrollo de centros y edificios corporativos cobró auge en la presente década, de hecho a nivel metropolitano y nacional se le confiere un papel muy importante como prestador de servicios corporativos con el eje Huixquilucan-Santa Fe. Asimismo, la tendencia de desarrollo habitacional hacia el poniente, pone de manifiesto la importancia de su relación con la Región de Toluca, con la cual forma un eje de desarrollo habitacional y Servicios Corporativos.

En la delegación se han desarrollado equipamientos de cobertura metropolitana cuyo radio de acción beneficia a los habitantes de las zonas habitacionales del Estado de México y de la Delegación Álvaro Obregón, tal es el caso del desarrollo de la zona de Santa Fe o del Corporativo Arcos Bosques en Bosques de las Lomas;

La estructura vial de la delegación comprende tanto carreteras de integración regional como la Carretera Federal México-Toluca, la Autopista Chamapa-La Venta y la Autopista México-Toluca, así como otras vialidades primarias: Avenida José Ma. Castorena, Carlos Echanove, Avenida Pastores, Avenida Juárez, Avenida Veracruz, Avenida Arteaga y Salazar, Vasco de Quiroga, División del Norte, vialidad La Palma, Tlapexco y Paseo de Los Laureles.

La vialidad secundaria se integra por vialidades de conexión con el Estado de México como son Camino al Olivo, San José de los Cedros, Jesús del Monte, y Avenida México. La sección de estas últimas vialidades resulta insuficiente para el flujo vehicular, ocasionando congestionamientos viales, incrementado por el uso del suelo de comercio básico en todas ellas.

El principal problema es la falta de integración vial en el sentido norte-sur ocasionado por la Insuficiencia de cruces de la Carretera México-Toluca, y

aunado a la falta de continuidad en las vías alternas a la carretera, en especial en la parte sur de Contadero-Santa Fe-Álvaro Obregón.

Por su ubicación geográfica, Cuajimalpa de Morelos es el paso obligado de las vialidades que comunican al Distrito Federal con la Ciudad de Toluca, tal es el caso de la Carretera Federal México-Toluca, la Autopista México Toluca y la Autopista La Venta-Chamapa-Lechería; la relación con la Ciudad de Toluca se pone de manifiesto al ser junto con Cuernavaca las generadoras de la mayor cantidad de viajes-persona en la corona de ciudades, con cerca de 10,000 pasajeros diarios. En cuanto al funcionamiento de las vialidades para este flujo, la Autopista de Cuota al igual que las demás de cuota en el área, cuenta con altos niveles de servicio, contrario a la Carretera Federal que cuenta con bajos niveles de servicio.

De acuerdo a las condiciones propias de la intersección y los volúmenes de tránsito tan altos se determinó realizar el cruce a desnivel de la vialidad más importante (El Olivo – Echánove) con el mayor número de carriles que el derecho de vía permite, adicionalmente se realizarán vialidades alternas para mejorar las condiciones de la infraestructura vial de la delegación Cuajimalpa de Morelos.

Por otro lado uno de los reclamos sociales más generalizados en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) es la falta de una política o programa integrado, de nivel metropolitano, que incluya una coordinación efectiva entre el gobierno federal, el del Distrito Federal y el estado de México con respecto al transporte, la vialidad y la movilidad metropolitana.

De acuerdo con los resultados de la Encuesta Origen Destino 2007 elaborada por INEGI, cada día hábil se efectúan casi 22 millones de viajes en la ZMVM, de los cuales 6,8 millones se realizan utilizando transporte privado, mientras que la mayor parte 14,8 millones se realizan en transporte público. De estos viajes, el 58,4% se realiza en el Distrito Federal y el 41,3% en el Estado de México.

Al respecto, los flujos vehiculares dentro de la ZMVM logran casi exclusivamente su integración con el resto de la ciudad a través de los pocos ejes oriente - poniente con que se cuenta, ocasionando problemas de congestión del tránsito de vehículos, acentuados por la mala calidad del transporte público e infraestructura vial deficiente.

Aunado a lo anterior, el crecimiento demográfico y su combinación con otras variantes como la topografía y una inadecuada distribución de las actividades económicas ha ido empeorando las condiciones de movilidad en la ZMVM.

Tal es el caso de la zona poniente de la ZMVM, la cual a pesar de que tiene el mayor crecimiento en inversión en los últimos años - requiere al igual que otras áreas de la ciudad acciones para solucionar los grandes problemas de transporte, vialidad y movilidad que diariamente padecen los ciudadanos.

En esta zona, los orígenes y destinos de los flujos se derivan principalmente de la gran concentración de oficinas, servicios, comercios y áreas residenciales en la zona de Santa Fe, la cual aumenta de manera considerable los flujos vehiculares. Además, hay que considerar otros subcentros urbanos que también son grandes polos en la región, como Observatorio, Interlomas, Tacuba y Polanco.

De acuerdo con la Encuesta Origen Destino 2007, se estima que en la zona poniente de la ZMVM se genera un total de 2,3 millones de viajes, siendo la Delegación Álvaro Obregón la que más viajes produce, con un total de 954 mil que corresponden al 7,45% de los realizados en el Distrito Federal.

Para atender el problema de movilidad en la zona poniente, el Gobierno del Distrito Federal y del Estado de México ejecuta diversas obras viales con recursos provenientes del Fondo Metropolitano correspondientes al ejercicio fiscal 2008. Entre las obras acordadas se encuentra la rehabilitación de la avenida Constituyentes y la construcción de varios pasos a desnivel y deprimidos.

Destacan también la construcción de un mega-túnel que conectará a Santa Fe con Avenida Insurgentes, así como la terminación de la conexión de los puentes de Los Poetas, en la delegación Cuajimalpa de Morelos, hasta Luis Cabrera, en La Magdalena Contreras. Se les conoce también como “supervía túnel reforma” y “Supervía Poniente”, respectivamente.

Al respecto, el gobierno capitalino ya ha iniciado las obras para la construcción del Boulevard Reforma Túnel Echánove-Toluca, el cual se ubica en la carretera Federal México-Toluca kilómetro 18.600, con una superficie total de construcción de cuatro mil 120 metros cuadrados, con cuatro carriles, dos para cada sentido, permitiendo la circulación de cuatro mil 800 vehículos por hora. Dicha obra cuenta con una inversión de 87.37 millones de pesos provenientes del Fondo Metropolitano. Este paso vehicular inferior contará con una superficie total de construcción de 4 mil 120 m². El avance que se registra actualmente es del 100%.

Como parte del Túnel Echanove – Toluca, se construye el puente vehicular Carlos Echánove-EL Olivo que pretende aliviar el caos que se padece en las colonias Navidad, Lomas de Vista Hermosa y Bosques de las Lomas.

Esta obra será complementaria al túnel Carlos Echánove, que atravesará por debajo de la carretera México-Toluca para unir la zona norte y centro de Cuajimalpa con la zona corporativa de Santa Fe.

La obra busca resolver el nudo vial que se genera en las intersecciones de las avenidas Noche de Paz, Camino al Olivo, Carlos Echánove y Loma del Padre, Con una inversión de 77 millones de pesos. La obra tardará 12 meses en ser construida.

También se ha anunciado la modernización de avenida Constituyentes y la carretera México - Toluca, incluyendo seis adecuaciones geométricas y la

construcción de bahías para transporte público, permitiendo mejorar el flujo vehicular.

Estas obras forman parte de un plan a largo plazo de transporte y vialidad de esta zona y su área de influencia. Cabría revisar algunas recomendaciones planteadas en el documento de Metrópoli 2025, UNA VISIÓN PARA LA ZONA METROPOLITANA (2006), como sigue:

Para convertir la Zona Metropolitana del Valle de México en una ciudad competitiva y más ordenada, se deben atender urgentemente los problemas relacionados con el transporte, las vialidades y la movilidad, ya que son la base para mejorar la estructura territorial y promover la elección modal de transportes.

Al respecto, una estrategia central en el desarrollo de nuevas vialidades es el concepto de corredor - por encima del, de carretera o vialidad - que considera desde el diseño una política de suelo con derechos de vía generosos donde se incluyan los espacios para las redes troncales de energía eléctrica, gasoductos y poliductos y de acceso controlado, con amplios perímetros arbolados que impidan el desarrollo urbano a lo largo de cada vía, resolviendo desde el inicio el problema de invasiones y conurbaciones indeseables que tienden a ocurrir en las vialidades metropolitanas cuando su diseño se restringe a la idea de vialidad.

Igualmente, se debe privilegiar el transporte público sobre el particular e individual, así como el transporte masivo de alta capacidad frente al de mediana y baja capacidad. Implica acordar con los actores involucrados (transportistas, autoridades, usuarios) un programa integral de modernización y reestructuración del transporte con visión metropolitana y orientado a resolver el problema de movilidad de las personas, privilegiando la infraestructura, el equipamiento y tarifas del transporte público, llegando incluso a penalizar al transporte individual.”

En el presente trabajo, se describe de una manera general la construcción del **PUENTE VEHICULAR CARLOS ECHANOVE-EL OLIVO**, cuya función es aliviar en el cruce el caos vehicular que se padece en las colonias Navidad, Lomas de Vista Hermosa y Bosques de las Lomas.

Este trabajo consta fundamentalmente de seis capítulos, en donde el primero de ellos trata de una manera general, los estudios previos que se requieren antes de la construcción de dicho Puente.

En el segundo capítulo, se menciona una descripción general del proyecto con el objeto de dar a conocer su funcionamiento y sus características principales, así como la descripción de las obras civiles que lo componen.

En el tercer capítulo, se describen las obras inducidas que están contempladas en el proyecto, y que se requieren se programen para su ejecución en tiempo y forma.

En el cuarto capítulo se describen las actividades principales de la construcción del puente, y que a continuación se relacionan: excavaciones, rellenos, estructuras de concreto hidráulico, concreto asfáltico, etc.

En el quinto capítulo se describen las Normas de Calidad que son aplicables a la obra en cuestión.

Para finalizar se hablara de las medidas de operación y mantenimiento que se le darán al puente durante su vida útil.

CAPITULO I

ESTUDIOS PREVIOS

Para la realización de cualquier tipo de obra, sea pública o privada es necesario realizar diferentes tipos de estudios y anteproyectos, esto es con el fin de garantizar que la obra que se construya sea funcional y satisfaga las necesidades para las que fue diseñada, cuidando que esta se ejecute de acuerdo a las especificaciones y programa de obra, sin dejar atrás la calidad requerida para su buen funcionamiento.

Por lo tanto a continuación se describen los diferentes estudios y anteproyectos que se realizaron para la construcción del Puente Vehicular Carlos Echanove – El Olivo.

I.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Ante el creciente flujo vehicular que se ha dado en el entronque formado por las Avenidas Carlos Echanove, Carretera al Olivo, Noche de Paz y Loma del Parque de la Delegación Cuajimalpa de Morelos, en el Distrito Federal se ha visto la necesidad de construir un puente vehicular que comunique el tránsito entre las Avenidas Carlos Echanove y Carretera al Olivo. Evitando así congestionamientos y conflictos viales entre las Avenidas Noche de Paz y Loma del Parque. Generalmente los conflictos de tránsito se presentan en la entrada y la salida de las escuelas vecinas con los vehículos de transporte público y automóviles particulares locales.

Por lo anterior se realizaron los estudios de aforo para ver si esta obra es óptima para su construcción.

I.2. AFOROS VEHICULARES

Es necesario realizar este estudio para conocer cual es la vialidad más congestionada en la zona en que se desarrollara el proyecto, para esto se establecieron cuatro estaciones de aforo vehicular, una en cada avenida y según los resultados de los trabajos de aforo se observó que las cuatro estaciones registran, porcentajes similares, donde el rango de 91 a 94, y es para el tipo “A”, los vehículos de carga registran un rango entre el 2 y 3.5, mientras que para el transporte público de pasajeros guarda pequeñas diferencias en su porcentaje entre estaciones.

ESTACION	A	B	C
1	94.08	3.77	2.15
2	91.69	6.16	2.15
3	93.13	3.88	2.98
4	91.23	5.34	3.43

Composición vehicular en las estaciones maestras en %.

NOTA: A = tránsito ligero; B = Transporte público, C = Transporte pesado.

Los resultados expresados por cada estación arrojaron ciertos comportamientos, que de acuerdo a su ubicación, fueron similares en muchos casos. En este punto se presenta un inciso que señala la composición de cada estación.

Con respecto a los tránsitos diarios promedios semanales, la estación maestra N° 3 (camino al Olivo), es la de mayor flujo vehicular, y se debe a las características de la propia vía. La distribución direccional en las estaciones se comportó con un equilibrio por sentido. Esto significa que el flujo vehicular que circula en un sentido es muy similar al otro.

Los días de mayor afluencia vehicular resultaron ser los días lunes, martes y viernes, debido a las características ya citadas del área en estudio, y los días de menor afluencia son sábado y domingo. Por otro lado los períodos máximos a lo largo del día fueron de las 08:00 a 9:00 horas, para el turno matutino, para el medio día de las 13:00 a 14:00 horas y para el turno vespertino de las 18:00 a las 19:00 horas; dichos períodos serán empleados para los aforos direccionales.

Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) y Composición Vehicular.

Los volúmenes de tránsito obtenidos durante el periodo de aforo corresponden a los vehículos medidos en 24 horas de una semana continua con un gran nivel de confiabilidad sin embargo no representan un promedio anual para efectos de proyecto y proyección. Por este motivo se deben transformar los volúmenes semanales a volúmenes representativos durante el año lo que implica obtener el tránsito diario promedio anual (TDPA).

El TDPA permitirá obtener el volumen vehicular diario que transita por el área en estudio. Para estimar este valor se aplica la ecuación N° 2 con base en el volumen de la hora de máxima demanda (V_{HDM}) y el factor K' . Para este efecto y de forma inicial se obtiene la hora de máxima demanda (V_{HDM}) de la semana, tal y como se muestra en el cuadro siguiente:

ESTACION	VIE	LUN	MAR	MIE	JUE	SAB	DOM	PROMEDIO
1	4,672	5,253	2,482	2,288	2,227	1,897	1,439	2,894
2	2,759	3,061	2,660	2,841	2,582	1,726	1,493	2,446
3	7,515	7,530	7,519	7,391	7,336	5,421	3,967	6,668
4	3,928	3,862	3,510	3,395	3,218	2,656	1,908	3,211

Volúmenes en la hora de máxima demanda en las estaciones maestras.

NOTA: Datos expresados en vehículos por hora en ambos sentidos. Los horarios difieren según la estación y el día.

Los valores son diferentes y de acuerdo al criterio de la SCT, no importa la hora sino que el volumen corresponda al valor máximo del día. Por este motivo el valor promedio se toma como (V_{HDM}). Continuando con el cálculo, se obtiene el factor K' de acuerdo a los análisis realizados y que para el presente caso corresponde al tramo localizado en la estación cercana a nuestro estudio resultando un factor de K' de 0.16.

Aclarando estos aspectos, se sustituyeron estos valores obteniéndose los siguientes resultados:

ESTACION	PROMEDIO	K'	TDPA	TDPS
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	2,894	0.16	18088	10301
2	2,446	0.16	15288	5174
3	6,668	0.16	41678	17235
4	3,211	0.16	20069	6564

Estimación del tránsito diario promedio anual (TDPA).

NOTA: (1) Valores expresados en vehículos por hora en ambos sentidos. (2) Factor de máxima demanda, (3) Tránsito Diario Promedio Anual. Incluye todos los tipos de vehículos y TDPS = Tránsito Diario Promedio Semanal.

Antes de interpretar el TDPA es necesario recalcar que el factor k' refleja un valor típico de un movimiento vehicular que se ajustan a los resultados previamente analizados.

Se aprecia que en los datos del TDPA y TDPS existe una gran diferencia, pero para evitar confusiones se tomaran ambos valores para efectos de proyección y de proyecto con respecto a la composición vehicular y la distribución vehicular correspondiente al TDPA determinado, se aplican los porcentajes estimados para cada concepto, teniendo los siguientes cálculos; cabe señalar que este dato será estimado para el TDPA y TDPS.

Distribución y composición del tránsito diario promedio anual TDPA.

ESTACION	SENTIDO	TDPA	DISTRIBUCION DIRECCIONAL		COMPOSICION VEHICULAR			
					A	B	C	TOTAL
1	S -1	18088	48	8660	8148	236	186	8660
	S -2		52	9427	8870	355	202	9427
2	S -1	15288	38	5812	5329	358	125	5812
	S -2		62	9476	8688	584	204	9476
3	S -1	41678	66	27573	25680	1070	823	25573
	S -2		34	14105	12867	754	484	14105
4	S -1	20069	43	8645	7887	462	296	8645
	S -2		57	11424	10421	611	392	11424

NOTA: Sentido 1 = Hacia el interior de la intersección, Sentido 2 = hacia el exterior de la intersección, datos expresados en vehículos diarios promedio. Tipo de vehículo (A)=Vehículos ligeros, (B)=Transporte público de autobuses, (C2 y C3)=Camiones unitarios, (T3S2)=Camiones articulados.

Con esta última información se caracterizó al volumen vehicular y es el marco de referencia para los elementos de diseño que se refieren en el proyecto ejecutivo.

Aforo Direccional.

El aforo direccional o de movimientos se llevó a cabo en las cuatro vialidades que conforman la intersección, en tres períodos diferentes del día, en un día entre semana, definidos previamente en las estaciones maestras. Los aforos se efectuaron con la clasificación tipo, A, B, C y para cada movimiento generado

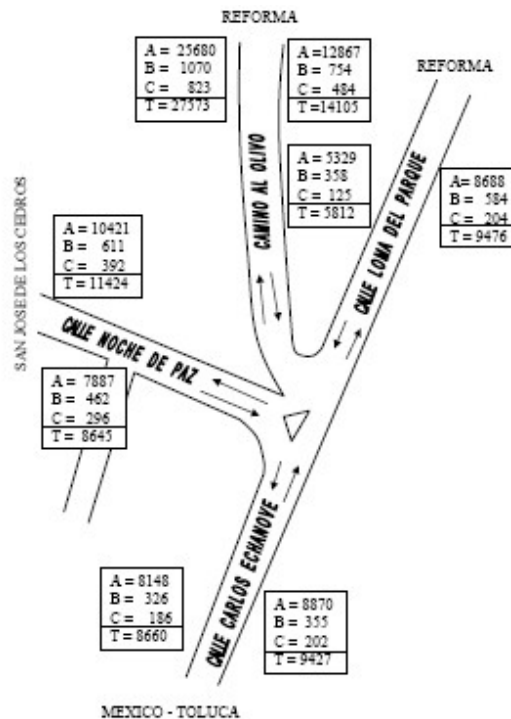
en la intersección fuese o no prohibido. El propósito del aforo direccional fue obtener los volúmenes horarios (Hora de Máxima Demanda) por cada turno y establecer un diagnóstico.

Los resultados de cada vialidad para un día entre semana fueron los siguientes:

ESTACION	SENTIDO	VOLUMENES VEHICULARES (VPH)		
		MATUTINO	VESPERTINO	NOCTURNO
1	1	1,289	901	746
	2	978	885	1,123
2	1	492	681	584
	2	930	617	820
3	1	1,162	825	793
	2	715	829	1,050
4	1	380	381	743
	2	710	638	524

Volúmenes Vehiculares en la hora de máxima demanda de cada vialidad y por período del día.

El cuadro indica que la vialidad con mayor movimiento vehicular fue Carlos Echánove en el sentido 1, (Camino al Olivo) durante el turno matutino con 1,289 vehículos por hora y con 901 en el turno vespertino y para el turno nocturno fue en la estación 1 en el sentido a Reforma con 1,123 vehículos por hora, ahora bien la diferencia de volúmenes es grande con respecto a los otros registros esto obedece a que el mayor flujo se presenta durante la semana en horarios escolares



Resumen

Ante el creciente flujo vehicular que circula en el entronque formado por las Avenidas Carlos Echanove, y Carretera al Olivo como se vio en el estudio de afore, se ha comprobado la necesidad de construir el puente vehicular, para evitar los congestionamientos y problemas viales, con el tránsito vehicular entre las Avenidas Noche de Paz y Loma del Parque.

Por otro lado el proyecto se construirá dentro del derecho de vía de las Avenidas ya comentadas, no afectará ninguna propiedad vecina.

I.3.- ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Para el desarrollo del proyecto es necesario elaborar el levantamiento topográfico, mismo que servirá de base para el desarrollo geométrico y vial; por tanto se deberá contar con lo siguiente:

- A.- Levantamiento planimétrico.
- B.- Levantamiento altimétrico.
- C.- Ubicación de Bancos de Nivel.
- D.- Poligonación.

Se debe contar con el trazo y nivelación del eje principal, será entregado "IN SITU" la topografía, así mismo como con los puntos de referenciación de trazo y los bancos de nivel correspondientes. Las referencias tienen un doble fin: el de su localización exacta y el de determinar la elevación correspondiente. Para el trazo en campo se señalarán referencias por punto importante del eje de trazo.

Proyecto Geométrico.

El proyecto geométrico deberá involucrar la definición total y a detalle de la alternativa de solución seleccionada. La definición total, se concibe mediante la realización de los proyectos siguientes: planta de trazo, planta de referenciación de trazo, secciones niveladas de proyecto, perfiles de proyecto, planta secciones de construcción y boletines de ubicación de Bancos de Nivel.

La planta de trazo corresponde a la definición analítica del proyecto geométrico, incluyendo todos los elementos que integran el proyecto: sobre-elevaciones, sobre-anchos, grados de curvatura, principios de curvas, terminación de curvas, puntos de inflexión y las referencias a puntos fijos existentes.

La referenciación del trazo, corresponde a la ubicación del eje de trazo principal de la vialidad, mediante puntos fijos fuera de la vialidad de proyecto. El eje de trazo podrá ser reconstruido cuantas veces sea necesario, con estos puntos fijos. Las secciones niveladas de proyecto y las secciones de construcción contienen información similar, por lo que, para cada proyecto en particular se deberán de emitir de manera alternativa nunca de manera complementaria.

Las secciones niveladas de proyecto contienen información de elevaciones en planta y se refieren a elevaciones de proyecto definitivo a nivel de superficie de rodamiento, mientras que en las secciones de construcción aparece información al terreno natural y las elevaciones de proyecto definitivo a nivel de rasante.

Se establece que esta información es alternativa y se emitirá conforme a los requerimientos del proyecto.

Los perfiles de proyecto, representan la configuración del terreno natural y el eje de proyecto definitivo, indicando sobre este los diferentes elementos verticales del eje.

En los planos de perfiles, se incluirá la tabla de construcción de la rasante donde se presenta información referente a: elevación de terreno natural, elevación de la rasante, área de corte, cadenamientos y elevación de los elementos verticales del eje, como PC y PTV, y porcentaje de pendiente que se tiene en cada uno de los tramos de la vialidad.

Durante la etapa de levantamiento altimétrico, se establecerá la ubicación de bancos de nivel a lo largo de la vialidad, su correcta ubicación e información referente a la elevación de cada uno de estos, corresponderán a los boletines mencionados.

El proyecto geométrico, emitirá planos a nivel definitivo, que representa la jerarquización y regularización de la obra. Se destaca que el proyecto geométrico se realiza en primer lugar de manera analítica, en lo que se refiere al eje de trazo, el cual, es trazado en campo y vuelto a levantar, a fin de que la planimetría y altimetría de este, sea absolutamente real.

La obra consistirá en la construcción de un puente vehicular de 9 claros, 8 pilas, 2 caballetes y rampas de acceso de concreto armado y relleno a base de tepetate compactado, denominado "Proyecto Ejecutivo del Puente Vehicular, Echanove-El Olivo.

Dimensiones del Proyecto

Puente Vehicular Echanove-Olivo:

Sección	Concepto	Proyecto
Sección Transversal	Ancho Corona	13.00 m.
	Ancho de calzada	12.20 m.
	Ancho de carril	2 de 3.05 por sentido
	Acotamiento	0.0 m.
	Barrera central	0.00 m.
	Parapeto y guarnición	2 de 0.40 m.
	Curvatura Máxima	10°
	Pendiente Gobernadora	5.0 %
	Pendiente Máxima	11 %
	Carpeta asfáltica	4 cm de espesor
	Pendiente transversal	-2%

Nota: Galibo = altura del Puente que permite el paso de vehículos por él.

Es de señalarse que la precisión que se tiene en los planos de topografía, editados por la Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL), no es la adecuada para obtener con precisión el desnivel que se pretende, en los diferentes sitios que se tienen identificados en estos planos, por tanto se

realizaron en el campo, el trazo y la nivelación de una poligonal de apoyo, que sirvió de base a los diferentes levantamientos topográficos., dando como resultado los siguientes datos del trazo Geométrico:

Trazo Geométrico:

Horizontal Alignment Station and Curve Report.

Alignment: PTE-CUAJIMALPA-MOD

Desc:

Desc.	Station	Spiral/Curve Data	Northing	Easting
-------	---------	-------------------	----------	---------

PI	0+580		-9.0012	-119.4013
	Length:	30.29	Course:	66-28-18

PI	0+610.29		3.0893	-91.6325
	Length:	239.35	Course:	90-08-01
	Delta:	23-39-43		

Circular Curve Data

PC	0+580		-9.0012	-119.4013
RP			-141.5648	-61.6832
PT	0+639.71		3.0187	-61.3459
	Delta:	23-39-43	Type:	RIGHT
	Radius:	144.58	DOC:	39-37-41
	Length:	59.71	Tangent:	30.29
	Mid-Ord:	3.07	External:	3.14
	Chord:	59.29	Course:	78-18-10
	Es:	3.14		

PI	0+848.78		2.5310	147.7192
	Length:	56.27	Course:	44-48-52
	Delta:	45-19-09		

Tangent Data

0+639.71		3.0187	-61.3459
0+800.77		2.6430	99.7092
Length:	161.06	Course:	90-08-01

Circular Curve Data

PC	0+800.77		2.6430	99.7092
RP			117.6427	99.9774
PT	0+891.73		36.5890	181.5574
	Delta:	45-19-09	Type:	LEFT
	Radius:	115.00	DOC:	49-49-21
	Length:	90.96	Tangent:	48.01
	Mid-Ord:	8.88	External:	9.62
	Chord:	88.61	Course:	67-28-27
	Es:	9.62		

PI	0+899.99		42.4512	187.3819
----	----------	--	---------	----------

Tangent Data

0+891.73	36.5890	181.5574
0+899.99	42.4512	187.3819
Length:	8.26	Course: 44-48-52

End report.

Análisis de curvas horizontales:

Curva 1:

Grado de curvatura =	7° 55' 32.00"
Sobreelevación % =	5.6
Ampliación de corona por sentido =	0.35 + 6.10 = 6.45 (proyecto 6.50)

Curva 2:

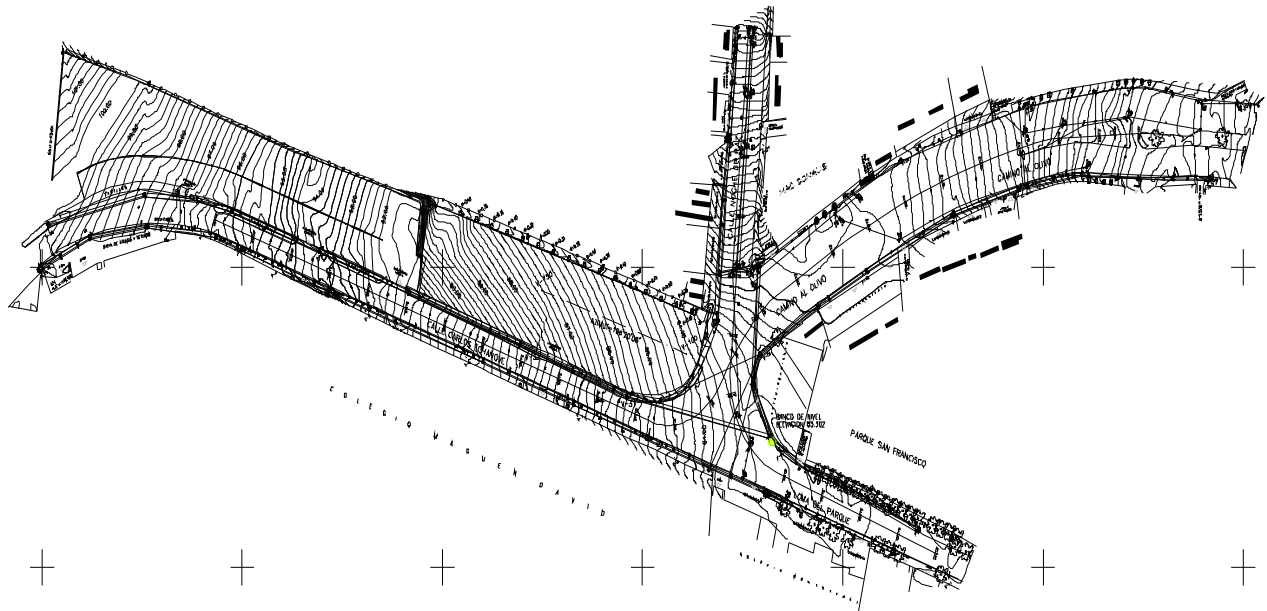
Grado de curvatura =	9° 57' 52.00"
Sobreelevación % =	6.3
Ampliación de corona por sentido =	0.40 + 6.10 = 6.50 (proyecto 6.50)

Curva 3:

Grado de curvatura =	3° 49' 10.92"
Sobreelevación % =	3.1
Ampliación de corona por sentido =	0.25 + 6.10 = 6.35 (proyecto 6.50)

PVI	Station	Elevation	Grade Out (%)	Curve Length
1	0+580	98.31	-3.78	
2	0+610.49	97.16	5.00	60.00
Vertical Curve Information: (sag curve)				
PVC Station:		0+580.49	Elevation:	98.30
PVI Station:		0+610.49	Elevation:	97.16
PVT Station:		0+640.49	Elevation:	98.66
Grade in(%):		-3.78	Grade out (%):	5.00
Change(%):		8.78	K:	6.84
Curve Length:		60.00		
Low Point:		0+606.30	Elevation:	97.81
Headlight Distance:		42.96		
3	0+714.53	102.37	-5.28	80.00
Vertical Curve Information: (crest curve)				
PVC Station:		0+674.53	Elevation:	100.37
PVI Station:		0+714.53	Elevation:	102.37
PVT Station:		0+754.53	Elevation:	100.26
Grade in(%):		5.00	Grade out (%):	-5.28
Change(%):		10.28	K:	7.78
Curve Length:		80.00		
High Point:		0+713.46	Elevation:	101.34
Passing Distance:		86.01	Stopping Distance:	56.10
4	0+886.86	93.27		

Plano topográfico



I. 4.- ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS

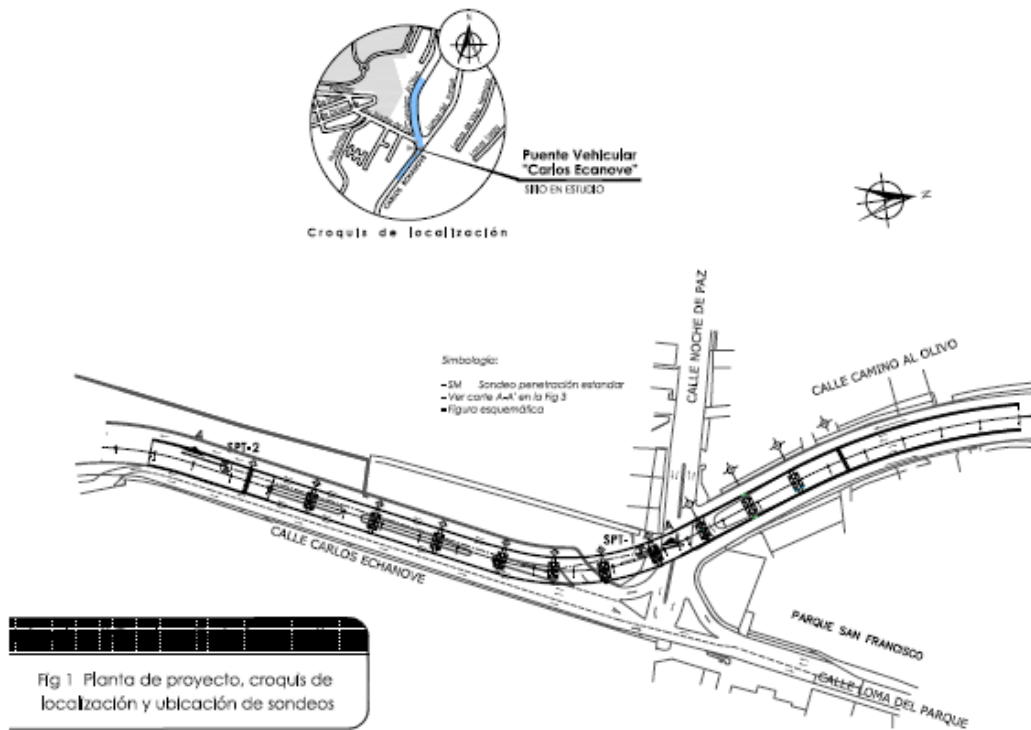
Simultáneamente a la realización de los levantamientos topográficos, deben iniciarse los estudios de mecánica de suelos. El encargado de estos estudios debe contar con mapas de geología estructural de la región y ha de verificar, si existen condiciones que no concuerdan con los lineamientos generales, mediante fotografías aéreas, planos topográficos y el reconocimiento terrestre del sitio en estudio. En esta fase preliminar es necesario identificar, las formaciones, localizar fallas, sistemas de fracturamiento, planos de contacto, plegamientos, etc.

Los estudios referentes a los aspectos geológicos del Puente Vehicular, fueron desarrollados por la Delegación de Cuajimalpa, a través del personal adscrito al área de geología, que depende de la Secretaria de Obras de Ingeniería Civil.

A continuación se describen los aspectos más relevantes de dicho estudio.

Condiciones geotécnicas del sitio

De acuerdo con la zonificación geotécnica del Valle de México, el predio en estudio se localiza en la Zona de Lomas (Fig. 2), que está formada por serranías que limitan a la cuenca al poniente y al norte, además de los derrames del Xitle al sureste; en las sierras predominan tobas compactas de cementación variable, depósitos de origen glacial y aluviones. Por su parte, en el pedregal del Xitle, los basaltos sobreyacen a las tobas y depósitos fluvioglaciales y glaciales más antiguos; eventualmente se encuentran rellenos no compactos, utilizados para nivelar terrenos cerca de las barrancas y para tapar accesos y galerías de minas antiguas.



La técnica de penetración estándar consiste en hincar a percusión un tubo muestreador con dimensiones estandarizadas, mediante el impacto generado con una masa de 64 kg que se deja caer libremente de una altura de 75 cm, contabilizando el número de golpes necesario para penetrar en el suelo el tubo muestreador en 4 segmentos de 15 cm cada uno, tomando como resistencia a la penetración estándar el número de golpes registrados en los 30 cm centrales.

Con esta técnica de exploración geotécnica se obtienen muestras alteradas representativas del suelo.

En la Fig. 1 se presenta un croquis de localización y la ubicación en planta de los sondeos.



Realización dos sondeos de penetración estándar SPT - 1 y SPT - 2

Ensayes de laboratorio

Las muestras obtenidas, debidamente protegidas e identificadas, se trasladaron al laboratorio donde se les realizaron las siguientes pruebas:

- Clasificación visual y al tacto y contenido natural de agua.
- Porcentaje de finos y granulometría.
- Límites de consistencia.
- Peso volumétrico natural.

Los resultados obtenidos de las pruebas índices se presentan en los perfiles estratigráficos de cada sondeo como se muestran en las figuras 2.1 y 2.2.

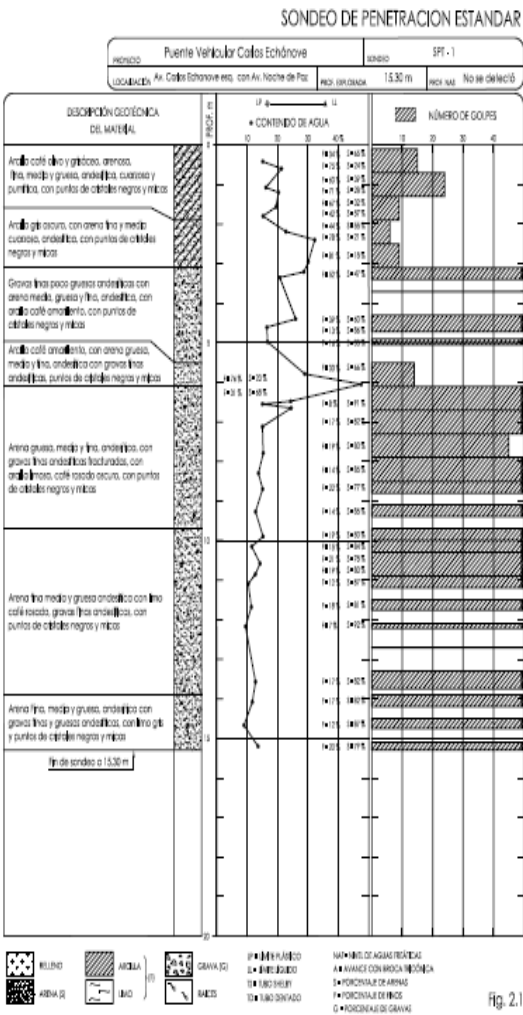


Fig. 2.1

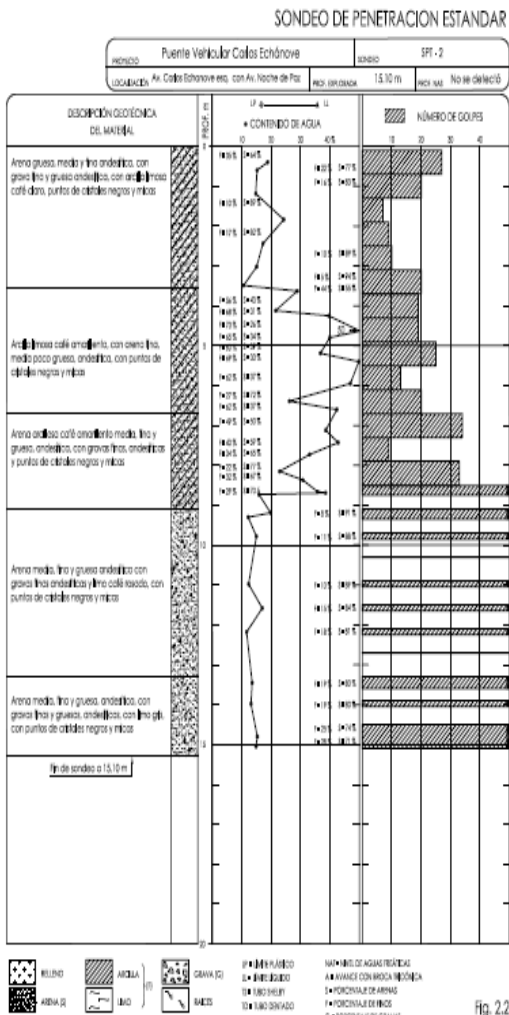


Fig. 2.2

Interpretación estratigráfica

Apoyados en la información existente, del reconocimiento de la zona y de los trabajos de exploración, se definió la estratigrafía que se describe a continuación:

Sondeo de Penetración estándar SPT-1

De 0.0 a 3.3 m Relleno heterogéneo. Arena fina, media y gruesa, con gravas finas, de origen andesítico, arcillosa y limosas, con trozos de tabique y asfalto; el conjunto es de color café grisáceo. Intercalada en esta arena, se tiene una arcilla con arena fina, media y gruesa y grava fina, de color café grisáceo con tonos olivo; los gruesos son de origen andesítico.

De 3.3 a 15.3 m Aglomerado. Arena fina, media y gruesa con gravas finas y medias, de origen andesítico, la forma de las partículas es angulosa; el conjunto es ligeramente arcilloso y limoso, presenta un color gris con tonos café, tiene una cementación mediana y está muy compacto. El número de golpes en penetración estándar es muy superior a 50.

De 5.3 a 6.2 m Relleno heterogéneo. Intercalado en el aglomerado se detectó este relleno, se trata seguramente de una mina subterránea que fue regenerada con arena fina, media y gruesa con gravas finas, limosa y arcillosa, de color café grisáceo.

Sondeo de Penetración estándar SPT-2

De 0.0 a 3.9 m Relleno heterogéneo. De 0.0 a 3.9 m arena fina, media y gruesa, con gravas finas y gruesas, todo de origen andesítico, arcillosa, con cristales negro y mica; de color café grisáceo y ligeramente amarillento. En la parte superior presenta asfalto y trozos de tabique rojo.

De 3.9 a 6.9 m Relleno heterogéneo. Arcilla con arena fina, media y gruesa, con gravas finas. De 3.9 a 8.6 m arena semejante a la que se localiza entre 0.0 y 3.9 m.

De 8.6 a 15.1m Aglomerado. Arena fina, media y gruesa con gravas finas y medias, de origen andesítico, la forma de las partículas es angulosa; el conjunto es ligeramente arcilloso y limoso, presenta un color gris con tonos café, tiene una cementación mediana y está muy compacto. El número de golpes en penetración estándar es muy superior a 50.

Además de los Sondeos de Penetración estándar SPT, se llevó a cabo la exploración del subsuelo, misma que se realizó con base en las características estratigráficas del sitio, para lo cual se realizaron seis sondeos mas con máquina perforadora 5 mixtos alternando Barril muestreador con broca y rima de diamante NQ con la prueba de penetración estándar (norma ASTM D1586-99) y 1 con este último procedimiento, ubicados a los costado de la Av. Carlos Echanove y Los Olivos.

Los trabajos de campo consistieron en la exploración y muestreo del subsuelo mediante seis sondeos, denominados: SM-1, SM-2, SP-3, SM-4, SM-5 y SM-6, cuya posición y longitud se anotan en la siguiente tabla:

SONDEO	UBICACIÓN	ELEVACIÓN (m)	PROFUNDIDAD (m)
SM-1	0+725.81	91.56	19.90
SM-2	0+803.88	86.04	19.66
SP-3	0+875.66	83.70	19.46
SM-4	0+960.00	81.80	19.85
SM-5	1+048.44	79.03	19.47
SM-6	1+091.80	76.85	19.50

A partir de los datos obtenidos de los trabajos de campo y ensayos de laboratorio anteriores, se elaboraron las columnas estratigráficas, cuya descripción se indica a continuación:

SONDEO SM-1

- 0.00 - 2.60 Relleno artificial heterogéneo.
- 2.60 - 5.00 Boleos (GP) empacados en arena, de compacidad muy alta.
- 5.00 - 9.10 Arcilla (CH) con poca arena e intercalación menor de la misma y gravas, café claro, de consistencia muy firme a dura.
- 9.10 - 10.15 Gravas (GC) empacadas en arena arcillosa, café claro, de compacidad muy alta.
- 10.15 - 11.95 Arena fina a gruesa arcillosa (SC) con gravas, café rojizo, de compacidad muy alta.
- 11.95 - 15.00 Gravas (GP-GC) empacadas en arena poco arcillosa, café rojizo, de compacidad muy alta.
- 15.00 - 16.55 Arena arcillosa (SC) con gravas y boleos localmente, gris verdoso, de compacidad muy alta.
- 16.55 - 19.90 Arena poco arcillosa (SP-SC) con gravas, gris verdoso, de compacidad muy alta.

SONDEO SM-2

- 0.00 - 2.60 relleno artificial heterogéneo.
- 2.60 - 4.85 arcilla arenosa (CL), café, de consistencia dura.
- 4.85 - 7.90 arcilla (CH) con poca arena, café oscuro, de consistencia dura.
- 7.90 - 9.60 gravas (GP-GC) empacadas en arena poco arcillosa, café rojizo, de compacidad muy alta.
- 9.60 - 12.75 arena fina a gruesa arcillosa (SC) con gravas, café rojizo, de compacidad muy alta.
- 12.75 - 19.66 arena fina a gruesa arcillosa (SC) con gravas, gris oscuro, de compacidad muy alta.

SONDEO SP-3

- 0.00 - 2.00 Relleno artificial heterogéneo.
- 2.00 - 3.00 arcilla (CH) con poca arena, café claro, de consistencia dura.
- 3.00 - 4.15 arena fina a media arcillosa (SC), café, de compacidad muy alta.

- 4.15– 5.45 gravas (GC) empacadas en arena arcillosa, café, de compacidad muy alta.
- 5.45 – 8.35 arena fina a media arcillosa (SC) con gravas, café claro a gris oscuro, de compacidad alta a muy alta.
- 8.35 – 9.55 arena fina a media poco arcillosa (SP-SC) con gravas, café, de compacidad muy alta.
- 9.55 – 11.95 arena mal graduada arcillosa (SC) con gravas, café, de compacidad muy alta.
- 11.95 – 19.46 arena mal graduada arcillosa (SC) con gravas, gris verdoso, de compacidad muy alta.

SONDEO SM-4

- 0.00 – 5.00 Relleno artificial heterogéneo.
- 5.00 – 5.95 arena fina a media poco arcillosa (SP-SC) con gravas, gris verdoso, de compacidad muy alta.
- 5.95 – 7.40 arena fina arcillosa (SC), café claro, de compacidad muy alta.
- 7.40 – 9.85 gravas (GC) empacadas en arena arcillosa, café claro, de compacidad muy alta.
- 9.85 – 19.85 arena fina a gruesa arcillosa (SC) con gravas, café rojizo, de compacidad muy alta.

SONDEO SM-5

- 0.00 – 3.80 Relleno artificial heterogéneo
- 3.80 – 9.15 gravas (GC) empacadas en arena arcillosa, café claro a gris oscuro, de compacidad muy alta.
- 9.15 – 9.75 arena arcillosa (SC) con gravas, café, de compacidad muy alta.
- 9.75 – 11.95 gravas (GP) empacadas en arena, café claro, de compacidad muy alta.
- 11.95 – 14.95 arena arcillosa (SC) con gravas, café claro, de compacidad muy alta.
- 14.95 – 18.55 gravas (GP,GP-GC) empacadas en arena poco arcillosa, café, de compacidad muy alta.
- 18.55 – 19.47 arena fina a gruesa arcillosa (SC) con gravas, café, de compacidad muy alta.

SONDEO SM-6

- 0.00 – 3.95 Relleno artificial heterogéneo.
- 3.95 – 5.20 limo arenoso (MH) con gravas, café claro, de consistencia dura.
- 5.20 – 6.45 arena fina arcillosa (SC) con gravas aisladas, café claro, de compacidad muy alta.
- 6.45 – 7.55 gravas (GP-GC) empacadas en arena poco arcillosa, café claro, de compacidad muy alta.
- 7.55 – 8.80 arena arcillosa (SC) con gravas, café claro, de compacidad muy alta.
- 8.80 – 10.60 gravas y fragmentos de roca (GP,Fc), café rojizo, de compacidad muy alta.

10.60 – 11.55 arena fina arcillosa (SC) con gravillas, café rojizo, de compacidad muy alta.

11.55 – 15.55 gravas (GP), café claro a gris oscuro, de compacidad muy alta.

15.55 – 19.50 arena fina arcillosa (SC) con gravas, café, de compacidad muy alta.



Fotografías de sondeos

NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS.

La profundidad del nivel freático no se detectó durante los trabajos de perforación pero se localiza a profundidades superiores a los 300.00m.

ANÁLISIS DE LA CIMENTACION

De acuerdo a las condiciones topográficas y estratigráficas del subsuelo determinadas, y en virtud de la presencia de rellenos en la superficie, se considera que la cimentación más conveniente es de tipo profundo a base de pilotes colados en el lugar con excavación previa

CIMENTACIÓN PROFUNDA

Análisis de capacidad de carga por punta para pilotes colados en el lugar con excavación previa desplantada en materiales predominantemente friccionante.

Para el cálculo de capacidad de carga por punta de pilotes colados en el lugar con excavación previa, se empleo el criterio de Meyerhof, para lo cual se utilizó la siguiente expresión:

$$q_u = cN_c + \gamma D N_q \dots\dots\dots (1)$$

De donde:

Q_u = capacidad de carga última por punta, en t/m^2

C = cohesión del estrato al nivel de desplante en t/m^2

N_c, N_q = coeficientes de capacidad de carga, adimensionales.

γ_m = Peso volumétrico del material, en t/m^3

D = profundidad de desplante, en m.

Para determinar los coeficientes de capacidad de carga, se empleó la gráfica de la Fig. VII-14, contenida en el libro de mecánica de suelos tomo II del Ing. Juárez Badillo, propuesta por Meyerhof, en función del ángulo de fricción del suelo que para este caso fue de 32°, los coeficientes de capacidad de carga se obtuvieron por interpolación de acuerdo a la penetración del estrato resistente y la relación D/B .

Sustituyendo los valores anteriores en la ecuación 1 y determinando la capacidad para diámetros de 0.80, 1.00 y 1.20 m, y aplicando un factor de reducción de 0.35 para la punta, se obtuvo una capacidad de carga para cada uno de los apoyos, los cuales se indican en la siguiente tabla:

APOYO	UBICACION	CAPACIDAD DE CARGA (ton)		
		0.80 m	1.00 m	1.20 m
CABALLETE 1	0+748.24	120	170	230
PILA 2	0+774.46	120	170	230
PILA 3	0+801.37	120	170	230
PILA 4	0+828.39	130	180	240
PILA 5	0+854.95	130	180	240
PILA 6	0+882.09	130	180	240
PILA 7	0+909.01	130	180	240
PILA 8	0+935.55	130	180	240
PILA 9	0+962.09	130	180	240
CABALLETE 10	0+988.33	130	180	240

Análisis de asentamientos inmediatos para pilotes colados en el lugar

Para determinar los asentamientos inmediatos bajo el nivel de desplante para pilotes colados en el lugar con excavación previa, se utilizó la siguiente expresión:

$$\delta = \frac{\Sigma QL}{E_c A_p} + 1.57 \frac{\Sigma Q}{E_s \sqrt{A_p}} (1 - \nu^2) \dots\dots\dots(2)$$

Donde:

- δ = asentamiento inmediato
- ΣQ = combinación más desfavorable de cargas (por pilote)
- L = longitud del pilote o pila
- E_c = módulo de elasticidad del material del pilote
- A_p = área de la sección transversal del pilote
- E_s = módulo de elasticidad del suelo en el estrato de apoyo
- μ = relación de poisson del estrato de apoyo

La longitud total de los pilotes desde el terreno actual y hasta el nivel de desplante de la cimentación será entre 9 y 13 m; el módulo de elasticidad del

suelo bajo el nivel de desplante será de 4000 t/m², el módulo de poisson para una arcilla arenosa o limo arenoso será de 0.35.

Sustituyendo los valores anteriores en la ecuación 2 y tomando a la capacidad de carga admisible como la combinación más desfavorable, así como los diámetros de 0.80, 1.00 y 1.20 m, se obtuvo un asentamiento inmediato de 5 a 8 cm, los cuales se presentarán durante la construcción y no afectarán el comportamiento general de la estructura.

CONCLUSIONES

Del estudio efectuado se derivan las siguientes conclusiones.

- a) El subsuelo del sitio es cohesivo-friccionante constituido por tobas areno-arcillosas o gravas empacadas en arena, de buena resistencia al nivel de desplante.
- b) Por su naturaleza el subsuelo del sitio corresponde a la llamada zona I, ó de lomas, de acuerdo al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y su zona metropolitana.
- c) Tanto por facilidad constructiva como por seguridad de buen comportamiento, se propone como cimentación más conveniente una de tipo profundo a base de pilotes colados en el lugar con excavación previa.

Recomendaciones para diseño y generales de construcción

- a) La cimentación será de tipo profundo a base de pilotes colados en el lugar con excavación previa, la profundidad de desplante respecto al nivel del terreno natural, se indica en la siguiente tabla:

APOYO	UBICACIÓN Km	PROFUNDIDAD DE DESPLANTE (m)
CABALLETE 1	0+748.24	11.00
PILA 2	0+774.46	11.00
PILA 3	0+801.37	11.00
PILA 4	0+828.39	10.00
PILA 5	0+854.95	10.00
PILA 6	0+882.09	10.00
PILA 7	0+909.01	10.00
PILA 8	0+935.55	10.00
PILA 9	0+962.09	10.00
CABALLETE 10	0+988.33	10.00

Para fines de diseño de pilotes de 0.80, 1.00 y 1.20 m de diámetro, su capacidad de carga admisible se indica en la siguiente tabla para cada uno de los sondeos:

APOYO	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (ton)		
	0.80 m	1.00 m	1.20 m
CABALLETE 1	120	170	230
PILA 2	120	170	230
PILA 3	120	170	230
PILA 4	130	180	240
PILA 5	130	180	240
PILA 6	130	180	240
PILA 7	130	180	240
PILA 8	130	180	240
PILA 9	130	180	240
CABALLETE10	130	180	240

- c) Los asentamientos de esta cimentación serán del orden de 4 a 5 cm, inmediatos en su mayor parte y no afectarán el comportamiento general de la estructura.
- d) Los pilotes se dispondrán bajo los apoyos con una separación mínima “centro a centro” de 2.5 veces su diámetro. Sus cabezas se conectarán mediante una zapata o elemento de liga apropiado.
- e) Las perforaciones para alojar los pilotes colados en el lugar se harán del mismo diámetro que éstos, con sustitución total de suelo por lodo bentonítico con las siguientes características:
 - Densidad: 1.1 ton/m³
 - Viscosidad Marsh: 30 a 60s
 - Viscosidad plástica: 10 a 25 centipoises
 - Filtración: Menor de 20cm³ de agua
 - Contenido de arena: menor de 3%
- e) Inmediatamente después de terminar cada perforación se procederá a instalar el armado de los pilotes, a revisar que el fondo esté libre de azolve y al colado ascendente del concreto con desplazamiento del lodo, usando tubo “tremie”, cuya descarga se mantendrá siempre dentro del concreto ya colado. El concreto deberá tener tamaño máximo de agregados y fluidez apropiados, así como colocarse sin segregación ni contaminación con el lodo.
- f) Se anticipa la construcción de terraplenes de acceso con altura máxima de 7.00 m, los cuales no presentan problemas especiales de cimentación, debiéndose despallar solo la capa superficial contaminada con materia

orgánica. Los asentamientos de estos terraplenes serán del orden 6 cm, inmediatos en su mayor parte y no afectarán el comportamiento general de la estructura.

I.5. HIDROLOGÍA

La Delegación pertenece a la cuenca del Río Moctezuma de la subcuenca del Lago de Texcoco - Zumpango.

Las principales corrientes presentes en la delegación son: Río Santo Desierto, Arroyo Agua de Leones, Río Borracho, Arroyo Agua Azul y Río Atitla.

Cabe aclarar que el área en que se construye el Puente Vehicular no ubica ninguno de los ríos mencionados anteriormente y por lo tanto su construcción no alterarán ningún río o cuerpo de agua por lo no es necesario hacer algún estudio de hidrografía.

I.6. IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación de un impacto ambiental tiene la finalidad de determinar los impactos generados sobre el entorno natural y socioeconómico por obras o de procesos de producción de la economía o de otras actividades que genera la humanidad. Cuando estos impactos son adversos, se plantean y llevan a cabo medidas de mitigación o atenuación de los efectos negativos presentados. Si los impactos son favorables, entonces el proyecto mismo es un detonador del desarrollo integral para la comunidad que se ve involucrada.

En la evaluación de un impacto ambiental se consideran tres etapas del proyecto: preparación y selección del sitio (proyecto y preparativos para la obra), construcción (elaboración de obras) y operación (actividades futuras), tal proceso analítico permite aportar elementos que contribuyan a la toma de decisiones en la mitigación y/o atenuación de los impactos adversos detectados.

Esta evaluación de impacto ambiental considera cuatro fases:

La primera fase corresponde a la identificación de impactos ambientales a través de un modelo de tipo matricial, con el propósito de determinar las actividades del proyecto que intercalan con los factores ambientales en el sitio seleccionado.

La segunda fase se determina el grado o evaluación de los impactos generados por las actividades propias de cada etapa del proyecto en cuestión, sobre los elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos.

La tercera fase consiste en la descripción de los impactos identificados, donde se señala el grado de deterioro o productivo sobre los factores del ambiente.

La cuarta fase se enfoca al análisis cuantitativo en la evaluación de los impactos determinados, para valorar globalmente el impacto del proyecto.

Para cubrir estas fases se llevan a cabo diversas técnicas como son: recopilación de información, afine y análisis de la misma, adopción de metodologías propias para la evaluación del impacto ambiental, verificación en campo, donde se definen los parámetros ambientales y actividades del proyecto que influyen sobre los anteriores; todo este proceso se desarrolla sobre la base de un equipo interdisciplinario, relacionado con las especialidades requeridas para este proyecto, tales como Ingeniería Civil (interpretación del proyecto de carácter netamente de caminos), Biología, Geografía y otros profesionistas que en menor o mayor grado se involucran en este tipo de estudios, con el objetivo de definir el escenario ambiental del sitio antes y después del proyecto.

A continuación se describen cada uno de los impactos identificados en las etapas de preparación del sitio de trabajo, etapa de construcción y etapa de operación y mantenimiento.

I.6.1 ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO.

Agua.- La calidad del agua no se verá afectado ya que el área en se construirá el proyecto no afecta ningún cuerpo de agua superficial.

Suelo.- El suelo se verá afectado en forma adversa, local e irreversible por las actividades de despalle, excavaciones y relleno, ya que el material vegetal y geológico es removido o extraído por dichas actividades, provocando la erosión de los sitios circundantes a las obras en ejecución.

Sin embargo dado las dimensiones del área para el caso despalle este impacto es mínimo y puede ser mitigable por las actividades de reforestación y arquitectura de paisaje.

Geomorfología.- Las capas geológicas características del sitio, se verán afectadas en forma adversa local e irreversible por las actividades de excavaciones y rellenos que se requieren en la ejecución de la obra.

Aire.- Calidad.-La calidad del aire se verá afectado por impactos temporales, locales e irreversibles adversos no significativos, los cuales son ocasionados por el uso de maquinaria durante las actividades de preparación del sitio, ya que se generan polvos suspendidos totales, monóxido de carbono, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos.

Estos impactos son mitigables si se implementan programas de mantenimiento preventivo para la maquinaria utilizada.

Ruido.- Se tendrá ruido en el sitio, y este será de forma adversa durante la construcción del puente. Dicho ruido será provocado por la utilización de maquinaria durante esta etapa; las cuales son temporales, no significativas y mitigables por el uso de maquinaria que se someta a un mantenimiento preventivo y continuo.

Flora.- La escasa vegetación de la zona se verá impactada en forma adversa, local, permanente y no significativa por las actividades de desmonte y despalme.

Paisaje.- El paisaje urbano se verá impactado de manera adversa, local e irreversible con una magnitud no significativa, durante toda la etapa de preparación del sitio. Es importante aclarar que el proyecto se ubica dentro de zona urbana en vecindad de ecosistemas totalmente alterados.

Fauna.- Se considera que la escasa fauna como aves serán ahuyentadas durante las actividades de despalme así mismo por la generación de ruido.

ECONOMIA DE LA REGIÓN.

Empleo y mano de obra.- Esta etapa requerirá de la contratación de personal para llevar a cabo las actividades de preparación del sitio, lo cual significa un impacto benéfico significativo, temporal y local.

II.6.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

Agua.- La calidad del agua superficial no se verá impactada ya que el proyecto no se encuentra cercano a ningún cuerpo de agua superficial.

Suelo.- Geomorfología- La composición de las capas geológicas del sitio, se verán impactadas adversamente, en forma local e irreversible no significativa por las actividades de nivelación y compactación.

Aire. Calidad.- La maquinaria y equipo que se utilizará en la obra requerirá de combustibles (diesel, gasolina), que durante el proceso de combustión interna emiten gases de hidrocarburos como son los óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, partículas, bióxido de azufre y plomo; los cuales afectan tanto a los trabajadores de la obra como a la calidad del aire de la zona. Estos impactos son de tipo adverso no significativo, local mitigables, temporales e irreversibles.

Ruido.- La maquinaria, equipo y camiones pesados presentan emisión de ruido que implican impactos adversos no significativos, locales y temporales que pueden ser mitigables.

Paisaje.- Durante la construcción de estructuras se modificará el paisaje del sitio, lo que representa impactos adversos no significativos, locales y permanentes. Sin embargo se hace la aclaración que la construcción del puente vehicular “Echanove- Olivo” será dentro del derecho de vía de las actuales Avenidas Carlos Echanove y Carretera al Olivo por lo que se considera que se impactará poco al paisaje ya que todo la zona esta totalmente urbanizada.

ECONOMÍA DE LA REGIÓN.

En la etapa de construcción la economía se verá beneficiada por las actividades de construcción, debido a que generará una derrama económica importante a nivel local con un carácter temporal y reversible.

Empleo y Mano de obra.- El empleo y mano de obra de la región se verán beneficiados durante la etapa de construcción por la demanda de personal que se requiere para realizar las actividades que la conforman, por lo cual los impactos son benéficos en forma significativa, local y temporal.

Infraestructura y Servicios.- La construcción del puente, traerá consigo impactos benéficos significativos, locales y permanentes para el bien de las comunidades aledañas.

II.6.3. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Aire.- Calidad.- Las emisiones a la atmósfera serán principalmente por partículas suspendidas totales, monóxido de carbono, bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, como consecuencia del tránsito vehicular en la zona, así como de la maquinaria utilizada para las actividades de mantenimiento de la infraestructura carretera; ocasionando impactos adversos, locales reversibles y mitigables.

Ruido.- Los niveles del ruido se verán incrementados por el tránsito de vehículos ligeros, medianos y pesados, así como por la maquinaria que se utilice durante las actividades de mantenimiento o conservación de la infraestructura carretera; por lo que se identifican impactos adversos, locales no significativos y mitigables.

ECONOMÍA DE LA REGIÓN.

La operación del puente representa un impacto benéfico en la región debido a que se mejora la comunicación terrestre dentro de la delegación Cuajimalpa de Morelos en el Distrito Federal; con la reducción del tiempo en el trayecto, se favorece el traslado de bienes y personas.

Por otro lado, el mantenimiento o conservación, traerá beneficios a la economía de la región por la continuidad en el tránsito de vehículos y por el requerimiento de mano de obra para realizar estas actividades.

Después de terminar la evaluación de Impactos se obtuvieron los siguientes resultados:

Los impactos ambientales registrados en la matriz de identificación dan un total de 139, de los cuales 54 son impactos ambientales adversos y 85 son impactos ambientales benéficos.

La evaluación de los impactos ambientales adversos identificados dan un total de 54 y los impactos ambientales benéficos dan un total de 355, por lo que la

evaluación neta del proyecto es de 301.

Por lo tanto se tiene mayor Número de impactos benéficos que adversos y al evaluarlos se obtuvo un valor positivo de 301 que nos indica que el proyecto es aceptable. Ya que los Impactos adversos son pocos y en su mayoría son mitigables.

I.7. ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA.

Se realizarán los estudios de la Factibilidad Técnica (costo-beneficio), inicialmente en función de verificar si el proyecto que se desea ejecutar satisficará las necesidades de la sociedad y en segundo aspecto en función de los recursos materiales-humanos-maquinaria y equipo que se disponga, se refiere al anteproyecto del cual se desglosarán las actividades y cantidades que se ejecutaran para la realización de la obra.

En función de lo anterior se tendrá un presupuesto del costo de los trabajos, el cual deberá ser analizado y se realizará el análisis para saber si es factible económicamente ejecutar la obra y por último verificar la factibilidad financiera de las dependencias y/o empresas que participaran en la construcción de la nueva infraestructura.

I.8. CONSTRUCCIÓN Y SUPERVISIÓN (INGENIERÍA DE CAMPO)

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

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL PROYECTO

II.1. NOMBRE DEL PROYECTO.

“Proyecto Ejecutivo del Puente Vehicular, Carlos Echanove – El Olivo, Dentro del Perímetro Delegacional”. Cuajimalpa de Morelos, México D.F.

II.2. NATURALEZA DEL PROYECTO

La naturaleza del proyecto es la construcción del Proyecto Ejecutivo de Puente Vehicular, Carlos Echanove – Olivo, Dentro del Perímetro Delegacional de Cuajimalpa de Morelos, México D.F. dentro del derecho de vía en el actual entronque formado por las Avenidas Carlos Echanove, Carretera al Olivo, Noche de Paz y Loma del Parque. En la colonia Lomas de Vista Hermosa en la Delegación Cuajimalpa de Morelos en el Distrito Federal... Buscando con esto, optimizar el flujo vehicular que pasa por dichas Avenidas.

Coordenadas: 19° 22' 20.98" N, 99° 16' 38.15" O, Elev. 2630 m.

II.2.1 Clima

El clima en Cuajimalpa es templado subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual en estas zonas varía entre 12° y 18°C, la precipitación total anual entre 700 y 1,500 mm y el porcentaje de lluvia invernal es menor de 5%, es decir de la precipitación ocurrida en los meses de enero, febrero y marzo.

La delegación Cuajimalpa de Morelos, posee en su demarcación dos elevaciones importantes por encima de los 3700 msnm que le otorgan una variación de este clima haciéndolo semifrío con alto grado de humedad. Es en estas elevaciones donde se alcanza el tipo de clima C(W2) (b')ig, que equivalen a: Templado, con lluvias en verano con precipitación invernal, con respecto al total es menor de 5%, siendo el mas húmedo de los subhúmedos.

El Proyecto se construye en el entronque formado por las Avenidas; Carlos Echanove, Carretera al Olivo, Noche de Paz, y Loma del Parque. En la Colonia Lomas de vista Hermosa C.P. 05100

II.2.2. Temperatura promedio anual y mensual

Para fines de proyecto se tomó la información de la estación meteorológica de Tacubaya que es la más cercana a la zona del proyecto, tal como se muestra en la siguiente tabla de la temperatura media anual

Estación	Periodo	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tacubaya	1998	14.2	15.9	18.7	21.7	22.7	20.8	18.6	18.1	17.7	16.0	16.7	14.8
Promedio	De 1921 a 1998	12.9	14.4	16.6	17.7	18.0	17.3	16.2	16.2	15.9	15.1	14.0	13.0

FUENTE: CNA. Registro Mensual de Temperatura Media en °C.

De acuerdo a la distribución de la temperatura media mensual podemos observar que los meses más calurosos son de Abril a Mayo, mientras que los meses más fríos se presentan de diciembre a febrero.

II.2.3. Precipitación anual y mensual

Durante el periodo de 1921-1998 el promedio de precipitación fue de 787.6 mm, la precipitación del año más seco fue en 1945 con 460.3 mm, mientras que el año más lluvioso fue en 1976 con 1,161.5.

Tabla Precipitación Total Anual (Milímetros)

Estación	Periodo	Precipitación promedio	Precipitación del año más seco		Precipitación del año más lluvioso	
			Año	Precipitación	Año	Precipitación
Tacubaya	1921-1998	787.6	1945	460.3	1976	1,161.5

FUENTE: CNA. Registro Mensual de Precipitación Pluvial en mm.

Durante el periodo de 1921-1998 se puede observar que el periodo de mayor precipitación se presento entre los meses de Junio a Septiembre. El año más seco fue en 1945 y el más lluvioso en 1976. Para 1998 el régimen de lluvias intensas cambio a los meses de Julio a Septiembre

Tabla. Precipitación Mensual Total (Milímetros)

Estación y concepto	Periodo	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tacubaya	1998	7.9	0.0	0.0	0.7	7.3	60.1	140.9	311.1	317.1	81.6	21.7	0.0
Promedio	1921-1998	8.2	5.6	10.3	24.7	56.5	133.8	172.8	159.5	138.1	57.5	14.0	6.6
Año más seco	1945	4.9	0.4	13.9	19.1	28.2	84.3	80.8	84.9	91.1	15.9	36.8	0.0
Año más lluvioso	1976	0.0	4.2	2.7	42.3	75.3	99.7	306.2	299.6	171.2	120.3	6.3	33.7

FUENTE: CNA. Registro Mensual de Precipitación Pluvial en mm.

Mapa de Precipitación en la Delegación Cuajimalpa de Morelos, Distrito Federal



II.2. 4 Geomorfología y relieve.

La naturaleza geológica del Distrito Federal es variada y bastante compleja, pero para fines de este estudio sólo se revisará la geología propia de la zona en que se pretende la construcción del proyecto. La delegación Cuajimalpa de Morelos reside en un sustrato de rocas del cenozoico terciario de roca ígnea extrusiva, su distribución se muestra en la Tabla siguiente

Geología en el Distrito Federal, INEGI, 2000.

Era	Periodo	Roca o suelo	% de la superficie estatal
Cenozoico	Cuaternario	Ígnea extrusiva	44.72
		Suelo	31.62
	Terciario	Ígnea extrusiva	23.66

FUENTE: INEGI. Carta Geológica, 1:1 000 000.

La roca ígnea extrusiva, cubre más de las tres quintas partes de la superficie del Distrito Federal. Estos afloramientos corresponden a dos periodos diferentes de la Era del Cenozoico (63 millones de años aproximadamente); el más reciente es el Periodo Cuaternario, con afloramientos rocosos ígneos extrusivos (44.7%) y suelo (31.6%), ubicados el primero, de la parte central hacia el sur y el segundo, en la zona norte. El Periodo Terciario se caracteriza por los afloramientos de rocas ígneas extrusivas, cubren una superficie de 23.7%, sus principales unidades litológicas se localizan al oeste y este del territorio Distrital.

La geología representativa del sitio en estudio corresponde roca ígnea

extrusiva. De la Era del *Cenozoico* Terciario (63 millones de años aproximadamente);

II.2.5. Fisiografía

La Delegación de Cuajimalpa de Morelos se localiza al suroeste del Distrito Federal. Está a una altitud de 2,760 metros sobre el nivel del mar, tiene una superficie territorial de 8,095 hectáreas, de las cuales 6,473 hectáreas son suelo de conservación ecológica y 1,622 hectáreas son de suelo urbano, conformado por 47 colonias y 4 pueblos y su cabecera central. En términos porcentuales el territorio de Cuajimalpa representa un 5.1% del territorio del Distrito Federal.

Cuajimalpa cuenta con un sistema de barrancas, cañadas y corrientes superficiales de agua, importantes en la recarga de acuíferos y en la regulación del clima. Sus características topográficas favorecen la conservación de flora y fauna nativa del Valle de México.

La Delegación cuenta con dos elevaciones importantes:

Volcán La Palma 3,800 metros sobre el nivel del mar.

Cerro San Miguel 3,780 metros sobre el nivel del mar.

Algunas altitudes importantes son:

2,760 metros sobre el nivel del mar (la sede Delegacional).

2,420 metros sobre el nivel del mar (la más baja).

3,800 metros sobre el nivel del mar (la más alta).

II. 3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

- Optimizar de forma general el tránsito que circula entre las Avenidas Carlos Echanove, Carretera al Olivo, Noche de Paz y Loma del Parque de la Delegación Cuajimalpa de Morelos en el Distrito Federal.
- Optimizar en forma particular el tránsito que circula entre las Avenidas Carlos Echanove y Carretera al olivo al aislarlo del flujo vehicular proveniente de las Avenidas Noche de paz con Loma Del Parque así como el transito local.
- Garantizar una operación que ofrezca seguridad en cualquier época del año y a una velocidad moderada de circulación.
- Evitar congestionamientos y accidentes vehiculares al circular por las vialidades.
- Ofrecer beneficios al tránsito vehicular con instalaciones que cumplan con la normatividad que establece la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para este tipo de proyectos.
- Continuar con el mejoramiento de la Infraestructura Carretera de la región.
- Disminuir los tiempos de recorrido y las emisiones de gases de combustión, proporcionando con ello beneficios socioeconómicos y ambientales importantes.
- Mejorar la Arquitectura de paisaje.
- Permitir que el transporte sea eficiente y seguro.

II.4. SUPERFICIE TOTAL REQUERIDA.

De acuerdo a los datos contenidos en los Planos Generales; el proyecto contempla como superficie requerida la siguiente:

CONCEPTO	SUPERFICIES EN HA.
Superficie total del predio	0.648 Ha
Superficie que se verá afectada	0.210 Ha
Superficie afectada de jardineras y camellon	0.003 Ha
Superficie para caminos de acceso	no hay

II.5. VÍAS DE ACCESO EN DONDE SE DESARROLLARÁN LAS OBRAS

El acceso a la construcción del Proyecto se da por medio de las siguientes vías:

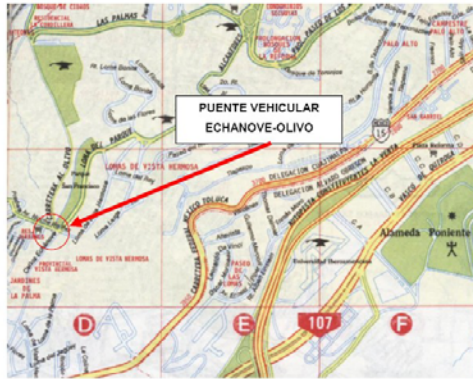
1. Carretera Federal México-Toluca.
 2. Avenida Carlos Echanove.
 3. Avenida Carretera al Olivo.
 4. Avenida Noche de Paz.
 5. Avenida Loma del Parque.
- (Ver Mapa II.2.)

II.6. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANO DE LOCALIZACIÓN.

El proyecto se localiza en la Delegación Cuajimalpa de Morelos en el punto en el que confluyen las Avenidas; Carlos Echanove, Carretera al Olivo, Noche de Paz y Loma del Parque Como se indican en los mapas siguientes

Mapa II.1. Ubicación del Proyecto.

Mapa II.2. Ubicación del Proyecto



II.7. INVERSIÓN REQUERIDA

El presupuesto destinado para esta obra depende directamente de los movimientos administrativos a los que está sujeto el Gobierno del Distrito Federal por lo que ésta cantidad puede variar sin previo aviso después de realizado este estudio.

La inversión requerida se estima del orden de \$77,000,000.00 (Setenta y siete Millones de pesos 00/100 M.N.).

II.8. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.8.1. Descripción de las obras y actividades

La obra consistirá en la construcción de un puente vehicular compuesto por 9 claros, 8 pilas, 2 caballetes y rampas de acceso de concreto armado y relleno a base de tepetate compactado, denominado "Proyecto Ejecutivo del Puente Vehicular, Carlos Echanove – Olivo, Dentro del Perímetro Delegacional de Cuajimalpa de Morelos, México D.F." todo dentro del derecho de vía del actual entronque formado por las Avenidas Carlos Echanove, Carretera al Olivo, Noche de Paz y Loma del Parque. Ocupando principalmente parte de las avenidas Carlos Echanove y Carretera al Olivo. En la colonia Lomas de Vista

Hermosa. Buscando con esto optimizar el flujo vehicular que pasa por dichas Avenidas.

Así mismo se efectuarán trabajos de jardinería y arquitectura de paisaje que busca mejorar el aspecto del sitio.



Dimensiones del Proyecto Puente Vehicular Echanove-Olivo:

Sección	Concepto	Proyecto
Sección Transversal	Ancho Corona	13.00 m.
	Ancho de calzada	12.20 m
	Ancho de carril	2 de 3.05 por sentido
	Parapeto	2 de 0.40 m
	Barrera central	0.00 m
	Banqueta en calle	1.00 m
	Curvatura Máxima	10°
	Pendiente Gobernadora	5.0 %
	Pendiente Máxima	11 %
	Carpeta asfáltica	4 cm de espesor
	Pendiente transversal	-2%
	Galibo	8.45 m.
Sección longitudinal	Concepto	Proyecto
	Longitud del puente	240 m
	Pilas	8 pilas
	Pilotes	6 de 1.2 m de Ø / pila
	Caballetes	2
	Zapatas	8 de 5 x 8m
Ancho de avenida (incluyendo banqueta)	Echanove	24.72
	Carretera al olivo	29.32
	Promedio	27.02

Nota: Galibo = altura del Puente que permite el paso de vehículos por él.

De acuerdo a los datos contenidos en los Planos Generales; del proyecto se contempla como superficie requerida la que se describe a continuación.

Concepto	Superficies en Ha.
Superficie total del predio	0.648 Ha.
Superficie del Puente	0.312 Ha.
Superficie que se verá afectada	0.21 Ha.
Superficie afectada de jardineras y camellon	0.025 Ha
Superficie de jardinera en Carretera al olivo	3.54 m ²
Superficie afectada de camellon Carretera al olivo	252.12 m ²
Superficie para caminos de acceso	no hay

II.8.2. Recorrido, trazo y secciones

El proyecto se ubica en un terreno plano como se muestra en las siguientes fotografías



1.- Avenida Carlos Echanove Vista hacia el entronque entre las Avenidas Noche de Paz. Carretera al Olivo v Loma del Parque.



8.- Avenida Carretera al olivo. Obsérvese el entronque al fondo la avenida Carlos echanove, a la derecha la avenida noche de paz.

II.8.3 Parámetros de operación

Velocidad de Diseño 40 Km./hr.

II.9. PROYECTOS ASOCIADOS

La descripción de obras y actividades provisionales y asociadas se menciona en la Tabla II.2.

Tabla II.2. Obras y Actividades Provisionales y Asociadas

TIPO DE INFRAESTRUCTURA	INFORMACIÓN ESPECÍFICA
Construcción de caminos de acceso.	No se construirán caminos de acceso para la realización de este proyecto.
Campamentos, dormitorios, comedores.	No se construirán campamentos, ni dormitorios. Se utilizarán instalaciones disponibles en los centros de población de cada municipio para cumplir con este requisito.
Planta de asfalto, planta trituradora.	No se instalarán plantas de asfalto o trituradora dentro del predio destinado para el proyecto. Para cubrir con esta necesidad se contratará una empresa dedicada a la fabricación de mezclas asfálticas que tenga los permisos ambientales necesarios.
Instalaciones sanitarias.	Se instalarán instalaciones sanitarias portátiles suficientes para el número de trabajadores que se contraten para la realización de esta obra.
Bancos de material	Se utilizarán los bancos de materiales en funcionamiento que se encuentren más cercanos a la zona del proyecto y que cuenten con la autorización en materia ambiental.
Planta de tratamiento de aguas residuales.	No se realizará ninguna planta de tratamiento de aguas residuales en este proyecto, debido a que el agua se utilizará en la construcción y no en procesos.
Sitios para la disposición de residuos.	No se utilizarán sitios nuevos para la disposición de los residuos sólidos generados por este proyecto. Los residuos sólidos generados durante las etapas de preparación del sitio y construcción serán manejados por el servicio de basura municipal o, en su defecto, por una empresa contratada por la compañía constructora y su disposición se realizará en un sitio autorizado por las autoridades municipales.
Ductos para sustancias peligrosas.	No se realizarán ductos para sustancias peligrosas.
Subestaciones eléctricas.	No se realizarán subestaciones eléctricas en este proyecto.

II.10 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Las diferentes actividades relacionadas al desarrollo del proyecto se ejecutarán de acuerdo al programa de trabajo indicado en la siguiente lista:

- Actividades Preliminares
- Señalización informativa restrictiva y preventiva (normal y eléctrico)
- Preparación del Sitio
- Desmonte y Despalme
- Excavación para Estructuras
- Demolición y desmantelamiento
- Construcción
- Explotación de bancos de materiales
- Subestructuras del puente
- Compactación para desplante de terraplenes.
- Construcción de obras de drenaje.
- Formación de terraplenes con suelo mecánicamente estabilizado
- Sub-base
- Base
- Montaje de trabes.
- Construcción de losa de piso y parapetos
- Tendido de carpeta asfáltica
- Construcción de la señalización horizontal y vertical
- Puesta en marcha
- Operación
- Mantenimiento

Programa General de Trabajo

Las diferentes actividades relacionadas al desarrollo del proyecto se ejecutarán de acuerdo al programa de trabajo indicado en la Tabla II.3. Cabe mencionar que aún no se cuenta con la fecha de inicio del proyecto, debido a que se tiene que realizar el procedimiento administrativo correspondiente, así como, la licitación de obra pública, después de haberse obtenido el dictamen ambiental correspondiente a esta Manifestación

Tabla II.3. Programa General de Obra

Actividad	Meses							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Desmonte y Despalme								
Excavación para estructuras								
Demolición y desmantelamiento								
Explotación de bancos de materiales								
Subestructuras del puente								
Compactación								
Construcción de obras de drenaje.								
Formación de terraplenes con suelo mecánicamente estabilizado								
Sub-base								
Base								
Montaje de trabes								
Construcción de losa de piso y parapetos								
Tendido de carpeta asfáltica								
Construcción de la señalización horizontal y vertical								
Puesta en marcha								
Operación								*
Mantenimiento								*

*= La actividad de operación tienen una duración mínima de 25 años, el mantenimiento se realizará conforme el puente vehicular lo vayan necesitando durante la etapa de operación.

REQUERIMIENTO DE PERSONAL

Para la realización de este proyecto **es** necesario contar con personal calificado y suficiente, mismo que se hará cargo del control de los trabajos que realicen los operadores de maquinaria y equipo para las terracerías y pavimentación. Por otro lado, se contará con personal de albañilería para los trabajos que sean necesarios. Todo esto será responsabilidad de la empresa constructora.

Tabla. II.4. Personal a utilizar en la Construcción del Puente Vehicular Echanove-Olivo.

CATEGORIA	Técnico	Servicio	Advo.	MESES							
				1	2	3	4	5	6	7	8
Jefe de Residentes	1										
Residente de Obra	1										
Jefe Administrativo			1								
Inspector de Obra	1										
Almacenista		1									
Peón especializado	20										
Operador de camión	18										
Op. de motoconformadora	2										
Op. de compactadora	2										
Op. de tractor de oruga	2										
Op. de extendedora	1										
Op. de pipa de agua	2										
Op. de pipa para riego asfáltico	1										
Op. de Grúa	1										
Laboratoristas	1										
Maestro albañil	2										
Albañiles y fierros	8										
Secretarias			1								
Capturistas		1									
TOTAL DE EMPLEADOS:	63	2	2								

MAQUINARIA Y EQUIPO

Tabla de Equipo y Maquinaria a utilizar en la Construcción del Puente Vehicular Carlos Echanove-El Olivo.

DESCRIPCION DE LA MAQUINARIA	CAPACIDAD	POTENCIA
1.- Bomba para agua	2" DIAM	
2.- Bomba para agua .	4" DIAM	
3.- Bomba /concreto	40 M ³	210.00 HP
5.- Camión pipa para agua	10 M ³	131.00 HP
.6- Camion pipa para riego	8 M ³	110.00 HP
7.- Camión redilas famsa	10 TON	131.00 HP
8.- Camión revolvedora	6 M ³	350.00 HP
9.- Camión volteo	6 M ³	131.00 HP
10 -Camioneta pick-up	2 TON	
11.- Cargador frontal	1 YD ³	275.00 HP
12.- Retroexcavadora cargadora	0.75 YD ³	75.00 HP
13.- Compactador vibratorio de rodillo		210.00 HP
14.- Compactador de neumaticos d		127.00 HP
15.- Compactador vibratorio bailarina		3.50 HP
16.- Compresor mca. G.D. spq-600	600 PCM	235.00 HP
17.- Cortadora de varilla	1 1/2"	
18.- Dobladora de varilla	1 1/2"	
19.- Equipo oxicorte mca. smiths		
20 - Extendedora de asfalto		300.00 HP
21 - Grúa		185.00 HP
22.- Motoconformadora		125.00 HP
23.- Perforadora		15.50 H
24.- Retroexcavadora	1 YD ³	100.00 HP
25.- Tractor.		165.00 HP
26.- Vibrador neumático		
27.- Gruas para montaje de trabes		

Descripción de los servicios requeridos

En este rubro, se consignan los volúmenes estimados de energía y combustibles, bajo condiciones normales de trabajo, lo cual puede verse modificado en función de imprevistos tales como, remoción de materiales o escombros extras, no contemplados en el proyecto, necesidad de incremento en la planta de equipos, entre otros, además de condiciones climáticas.

Electricidad.- Los requerimientos de energía eléctrica serán de 700 Kw. aproximadamente, los cuales se contratarán con la Comisión Federal de Electricidad o se emplearán plantas de luz de la compañía constructora.

Combustible.- Las cantidades requeridas en este rubro, se calculan en 8,000 litros, de diesel los cuales se adquirirán en la estación de gasolina más cercana al área del proyecto.

Requerimientos de agua.- El agua que se requerirá durante la construcción de la obra, se contempla en dos usos principales, para la etapa de construcción y para consumo humano.

En el primer aspecto, se incluye el agua requerida para la compactación de terracerías, elaboración de concretos hidráulicos, sistemas de enfriamiento de

maquinaria y equipo, entre otros. Se contempla un consumo total de 700 m³. Para el consumo humano se incluye agua potable, estimándose un consumo de:

Lt/trabajador/día	Trabajadores/día	meses	Días/mes	Total	Total
2	67	8	30	32,160 lt	32.16 m ³

El agua potable será empleada esencialmente para beber; este recurso será dispuesto en dispensadores portátiles, y en contenedores que se encontrarán ubicados en áreas clave en el sitio del proyecto. El líquido será proporcionado en garrafones por empresas expendedoras del producto purificado, o se transportará al área de trabajo por los propios trabajadores de la constructora.

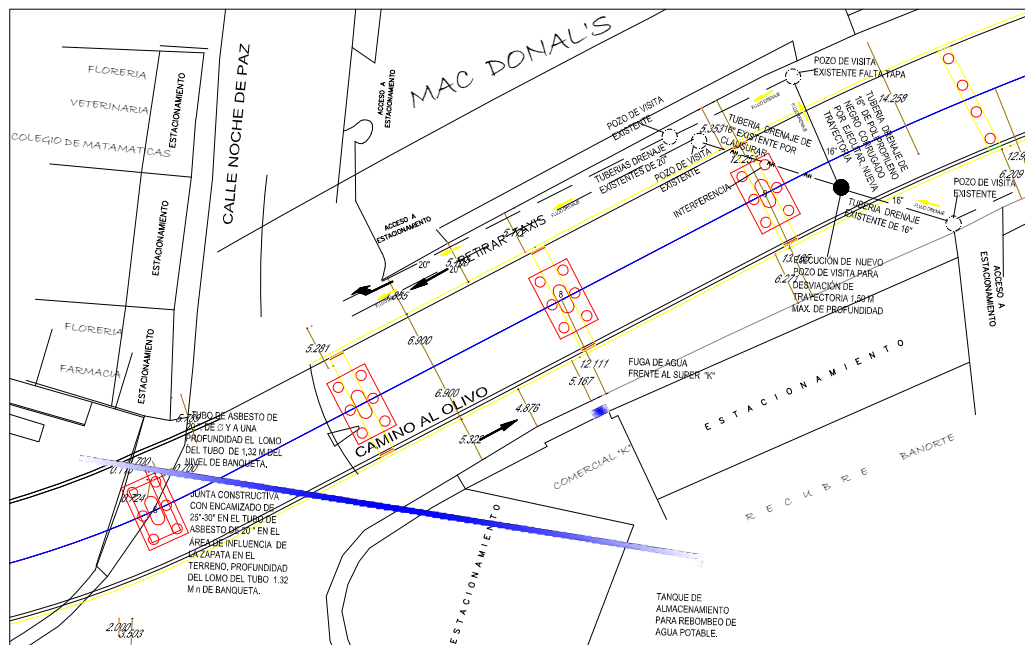
CAPITULO III

OBRAS INDUCIDAS

Para el inicio de las actividades de la obra se hace la recepción de los levantamientos topográficos y con ello se tiene el reconocimiento del lugar para la localización de las obras inducidas que afectaran en la realización de la obra, tal es el caso de las tuberías que se localizan en el proyecto, por lo se encontró que la red de agua potable y alcantarillado interfieren con la construcción del puente vehicular. Por lo que se tiene la necesidad de desviar dichas redes en el tramo afectado.

La longitud desviada de la tubería de drenaje fue de 286.45 metros, los cambios direccionales se realizaron con la construcción de pozos de visita, el diámetro de la tubería fue de 16" de polietileno de alta densidad.

Respecto a la tubería de agua potable la longitud desviada fue de 179.56 metros, los elementos que se utilizarán para dicho desvío fueron válvulas, codos de acero de 45° y 90° habilitados en obra, atraques y juntas gibault, el diámetro de la tubería es de 20" de asbesto cemento.



Plano de obras inducidas

A continuación se presenta el proceso constructivo de la excavación y colocación de los desvíos de la tubería de agua potable y de drenaje, así como especificaciones de las pruebas hidrostática y desinfección.

III.1 Drenaje

III.1.1 Excavación para tuberías de drenajes

Una vez trazada la trayectoria del desvío se procede a realizar el corte con disco del concreto asfáltico, después se inicia el rompimiento de esta con rompedores neumáticos.

Una vez terminado se habilitó para el paso de los peatones y se inició la excavación de la zanja.

Con ayuda de una retroexcavadora se inició la excavación de la zanja de acuerdo a proyecto, conforme va aumentando la profundidad, la maquina tiene que ir afinando las paredes de la zanja, la longitud máxima de excavación permitida era de 6 m.

El frente de las excavaciones presenta taludes con relación 1:1. El tiempo máximo permitido que la excavación puede permanece abierta de acuerdo a especificaciones es de 48 hrs. y el frente de la misma 3 días.



Ejecutada la excavación y afinada las paredes con la misma retroexcavadora, se verificaba el nivel de desplante; inmediatamente se colocaba la cama de arena con ayuda de un cargador frontal y enseguida se colocaba el tramo de tubo.

Una vez bajado el tubo y conectado, se verifica con equipo topográfico los niveles de la tubería de acuerdo a proyecto; enseguida se fijaba el tubo con costales de graba colocados alrededor y encima del tubo en los extremos, con el fin de evitar desniveles en el momento de encostillar y colocar los rellenos.

Colocación de cama de arena

III.1.2 Unión de tubería de polietileno de alta densidad

A continuación se describen los pasos a seguir en la instalación de la tubería de polietileno de alta densidad que cuenta con un sistema espiga-campana.

Una vez terminada la excavación se prepara el tubo, limpiando el extremo de la campana con un paño quitando la suciedad, enseguida se lubrica la campana

A continuación se retira la envoltura protectora del extremo espiga campana y se limpia, se lubrica el empaque evitando que toque el suelo o el relleno.

Enseguida se coloca alrededor del tubo una banda de nylon, se engancha el

otro extremo de la banda de nylon a la cuchara de la retroexcavadora, se coloca el tubo en el fondo de la zanja evitando que se golpeen los extremos del tubo, posteriormente el operador debe jalar cuidadosamente la banda de nylon hacia la campana del tubo hasta que el extremo espiga esté completamente dentro de la campana

III.1.3 Construcción de pozos de visita

Primeramente se hace la excavación para los pozos de visita. Alcanzado el nivel de desplante, y afinado el fondo se coloca una plantilla pobre de concreto de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ de 10 cm de espesor, una vez iniciado el fraguado de la plantilla se inicia el armado de acero de losa de fondo.



La colocación del concreto se efectuó con canalón, supervisando que la altura de caída no fuese mayor a 1.50 m para evitar la segregación del concreto,

Una vez que fragua el concreto de la losa tapa se inicia la construcción del pozo de inspección y ventilación así como el registro de acceso con tabique rojo juntado con mortero hasta

alcanzar el nivel de desplante de la base del pavimento, dando holgura para el brocal con tapa de Fo.Fo. Por último se coloca la escalera de Fo.Fo. y se aplanan el pozo de inspección y el registro de acceso con acabado pulido.

El tiempo de construcción de cada pozo o caja debe ser el mínimo posible, sin embargo el tiempo entre la excavación, afinado del fondo y construcción no debe exceder a 12 horas.



Los rellenos son de material limo-arenoso (tepetate) producto de banco, estos se compactan en capas de 20 cm de espesor (máximo) con ayuda de pizones vibrantes y rodillos hasta llegar al 95% AASHTO estándar (T-99), además de alcanzar un valor relativo de soporte (VRS) mínimo de 20%. En el proceso de compactación es importante controlar el contenido de humedad para

garantizar una adecuada compactación

III.2 Agua potable

Una vez detectadas las interferencias y realizadas las adecuaciones necesarias para efectuar los trabajos, se trazó en campo la geometría del elemento por excavar con el sobre ancho necesario.

Para la realización de las obras inducidas se cerró la circulación sobre las laterales, restringiendo el tránsito vehicular cerca de la excavación, así como la habilitación de pasos peatonales con su respectivo señalamiento.

III.2.1 Procedimiento de excavación y contención

Para la tubería de agua potable la excavación se ejecutó en una sola etapa, colocando un sistema de contención temporal (ademe) a base de tablonés, polines, largueros, etc., el cual se describe a continuación.

Una vez trazada la geometría de la excavación se realizan los cortes necesarios con ayuda de una cortadora de disco diamantado sobre el pavimento, enseguida se procedió a romper el concreto asfáltico con ayuda de rompedoras neumáticas.



Troquelamiento de excavación

A continuación se inició la excavación de la zanja con equipo mecánico ligero (retroexcavadora), excavando el ancho indicado en proyecto hidráulico. Los últimos 30 cm se excavaron con herramienta manual para evitar el remoldeo del desplante.

Los tramos de avance son de una longitud máxima de 20 m, estos de acuerdo a especificaciones pueden permanecer abiertos un tiempo máximo de 3 días. Conforme avanzaba la excavación se implementaba un sistema de ademe.

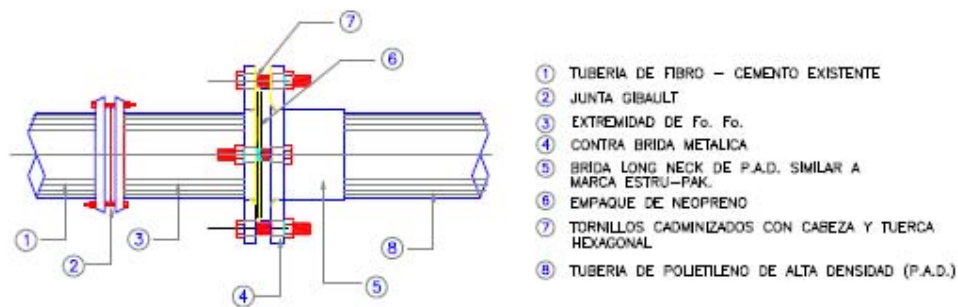
El sistema de ademe consiste básicamente en la colocación de tablonés verticales a lo largo de la pared vertical de la excavación y en ambos lados, estos son fijados con polines horizontales (largueros) en tramos no mayores a 2 m. Los largueros se colocan a la mitad de la altura que existe entre el lomo de la tubería y el nivel de terreno natural. Los largueros se apuntalan mediante polines (puntales) que se calzan perfectamente con cuñas de retaque.

Una vez afinado el fondo de la excavación se coloca la cama de arena, con las

dimensiones de proyecto, enseguida se coloca el tramo de la tubería y se empieza a encostillar con pizones manuales hasta los 20 cm arriba de lomo de tubería, cuidando que el material de relleno (tepetate) tenga una humedad adecuada para asegurar una buena compactación.

La compactación se realiza en capas de 20 cm con ayuda de compactadores neumáticos y con rodillos vibratorios, hasta alcanzar una compactación del 95% AASHTO estándar (T-99)

La unión de la tubería se realizó a tope, posteriormente con ayuda de un camión-grúa se fue colocando la tubería conforme avanzaba la excavación de la zanja.



Union de tubería



Una vez unida y tendida la tubería y con tramos de relleno compactado se realiza la prueba hidrostática que a continuación se describe.

III.2.2 Prueba hidrostática

Para la realización de la prueba hidrostática deben de seguirse los lineamientos

establecidos por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (S. A. C. M.) referentes a incrementos de presión y toma de lecturas; la presión de prueba a la que deben someterse las tuberías de proyecto es de 1.5 veces la presión de trabajo, es decir para una tubería de clase A-5 (5 Kg./cm² de presión de trabajo) debe probarse a una presión de 7.5 Kg./cm², una tubería de clase A-7 debe probarse a una presión de 10.5 Kg./cm², etc. Es necesario un control en la aplicación de los incrementos de presión, ya que una vez cargada y purgada la línea se efectúan los incrementos de presión de forma controlada estableciendo rangos para la toma de lecturas.

La tubería que se utilizó fue de clase A-7, para esta clase los incrementos de presión se realizan de la siguiente manera: al inicio de la prueba se levanta la presión de 0 a 3 kg/cm², en este momento se efectúa un registro de lectura del manómetro, se observa el sostenimiento de la presión, si llegase a presentar

una disminución de la presión se verifica alguna falla o avería en la línea, el tiempo recomendable para observación en este punto de la prueba es de 30 minutos, como resulta satisfactorio se continúa con la prueba, incrementando la presión de 3 a 6 kg/cm² siguiendo las recomendaciones anteriores y así sucesivamente se va incrementando la presión hasta llegar a los 10.5 kg/cm², tomando las lecturas correspondientes. Es importante de no sobrecargar la línea.

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

Enseguida se instala la bomba manual y las válvulas, así como los accesorios necesarios para el llenado y purga de la tubería, se muestran dos despieces necesarios para la ejecución de la prueba hidrostática.

Durante la fase de llenado se recomienda la aplicación de la sustancia para la desinfección del tramo de prueba para obtener de esta manera una distribución uniforme de la solución. A continuación se verifica el llenado completo de la tubería mediante las válvulas de purga instaladas en las secciones de manómetros. Una vez purgada la línea se instalan los manómetros en las secciones indicadas.

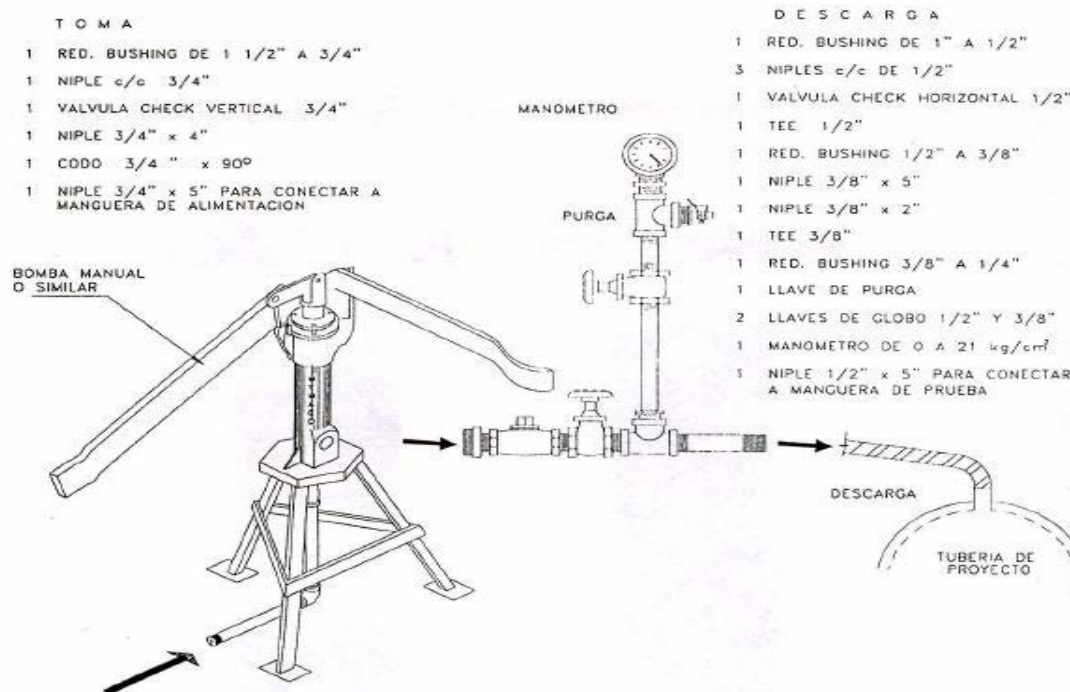
Para la etapa de incremento de presión, descrita al principio, el flujo de inyección se suministra mediante la bomba de prueba de operación manual.

Durante esta fase se efectúa la medición del volumen de inyección del fluido, se utiliza para tal fin un aforador de gasto o medidor instalado en la línea.

Se lleva un registro de los incrementos de presión, tiempo de lectura, variación de la presión, etc. El tiempo que deber mantenerse la tubería con la presión de prueba normalmente es de 6 horas, durante el cuál no debe haber pérdidas del volumen de fluido y de presión, mediante el cumplimiento de estas condiciones de comportamiento en el tramo, se establece la validez de la prueba hidrostática, estas lecturas deben ser tomadas y conciliadas con el personal autorizado para la aprobación de la prueba.

Una vez aprobadas la prueba hidrostática y de desinfección por el personal autorizado de la Dependencia, se procede al vaciado de la línea, se retira el manómetro, se abren las válvulas de purga con el control adecuado para desfogar la presión inyectada, se retiran las piezas para llenado y ejecución de la prueba hidrostática y posteriormente se retiran las tapas ciegas y/o las extremidades para vaciar completamente la tubería. Una vez retiradas las tapas se realiza el pegue inmediatamente.

Detalles de armado para la prueba hidrostática



III .2.3 Prueba de desinfección

Es obligatorio realizar la prueba de desinfección para las tuberías de agua potable, para lo cual se aprovecha el llenado de la tubería para agregar la solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 1 gramo en 5 litros de agua.

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

En caso de no cumplir con las mínimas recomendaciones deberá efectuarse nuevamente la prueba, por lo tanto se recomienda no vaciar la tubería hasta que no se haya aprobado la prueba de desinfección. Todos los trabajos deben ser supervisados por el personal autorizado de la Dependencia.

Una vez acreditada las pruebas hidrostáticas y de desinfección se continúa con el relleno de la zanja en capas de 20 cm con ayuda de pizones vibrantes hasta llegar al desplante de la capa de asfalto, en este proceso se verificó que el material compactado, debe contar con la humedad óptima para una adecuada compactación y pavimentación

III.3 Fibra óptica

La fibra óptica que se encontró fue la de teléfonos de México que tenían 3 registros sobre la calle de los olivos que interferían con las pilas del puente y cuya empresa hizo los trabajos correspondientes

CAPITULO IV

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

En la realización de toda obra civil, la construcción sigue inmediatamente al diseño continuando con la operación y el mantenimiento

La construcción es la realización de la obra combinando materiales, mano de obra y maquinaria con objeto de producir dicha obra, de tal manera que satisfaga, las condiciones planteadas por el diseñador y el constructor, entre las que se cuenta con primordial importancia la seguridad y el buen funcionamiento.

En este capítulo describiré las etapas de construcción del puente vehicular Carlos Echanove –Olivo en base al programa de obra

V.1. CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

Son las actividades de construcción referentes a la perforaciones, sembrado y colado de pilotes..

IV.1.1. PERFORACIÓN PREVIA AL SEMBRADO DE PILOTES

INSTALACIONES PRELIMINARES. Son aquellas actividades que se efectúan inmediatamente al otorgamiento del contrato de la obra. Incluye la construcción de oficinas de campo, almacenes y talleres con sus servicios respectivos.

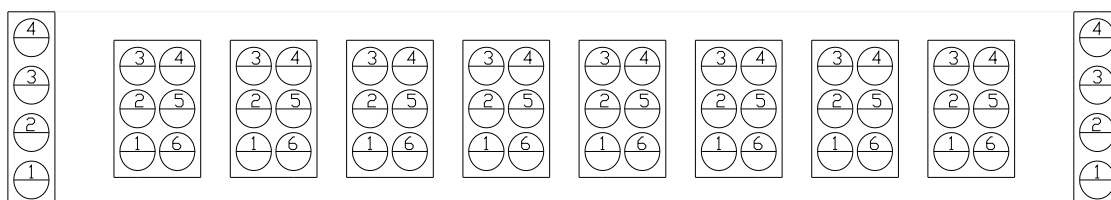
Estas actividades son necesarias para que pueda establecerse el personal especializado y así recibir, almacenar los materiales y equipo pesado que empezara a trabajar de inmediato para no retrasarse en el programa de obra.

TRAZO Y SECCIONAMIENTO. Son los trabajos topográficos que tienen por objeto el trazo, nivelación y seccionamiento consistentes en trasladar las líneas y los niveles de los planos del proyecto al terreno donde se construirá el puente vehicular Carlos Echanove – El Olivo por medio de marcas que generalmente son: Mojoneras para los trazos horizontales, Bancos de nivel para los trazos verticales. Estos trazos se deben efectuar por medio de aparatos y accesorios topográficos, como son: teodolitos o tránsitos, balizas, cintas, etc., para efectuar los trazos, y el nivel, estatal, etc., sirven para sacar los desniveles del terreno.

Este trabajo se hace colocando una serie de estacas que sirven de guía para trazar la sección requerida y marcar los cortes verticales normales al alineamiento horizontal que hay que hacer tal como lo marcan los planos de construcción, estos trabajos fueron realizados con una brigada de ingenieros topógrafos y sus respectivos auxiliares.

Esta actividad se realizo simultáneamente a los trabajos preliminares.

LOCALIZACION Y TRABAJOS DE LAS 56 PILAS EJE 10 - EJE 1



FABRICACIÓN DE PILOTES. La obra consistirá en la construcción de un puente vehicular de 9 claros, 8 pilas, 2 caballetes y con 2 rampas de acceso de tierra armada, la cimentación será de tipo profundo a base de pilotes colados en el lugar con excavación previa, la profundidad de desplante respecto al nivel del terreno natural, es como se indica en la siguiente tabla.

APOYO	UBICACIÓN Km	PROFUNDIDAD DE DESPLANTE (m)
CABALLETE 1	0+748.24	11.00
PILA 2	0+774.46	11.00
PILA 3	0+801.37	11.00
PILA 4	0+828.39	10.00
PILA 5	0+854.95	10.00
PILA 6	0+882.09	10.00
PILA 7	0+909.01	10.00
PILA 8	0+935.55	10.00
PILA 9	0+962.09	10.00
CABALLETE 10	0+988.33	10.00

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

Derivado de las especificaciones y los Planos estructurales del proyectista, se tienen pilotes de sección redonda de 1.20 m de diámetro y longitudes de 10.00 y 11.00 m, la constructora para optimizar tiempos y recursos decide fabricarlos en planta.

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

Habilitado de Acero. Con una cuadrilla de fierrenos se realiza de acuerdo al plano estructural emitido por el proyectista el habilitado de 56 pilotes distribuidos de la siguiente manera: 8 para los 2 caballetes y 52 para las 8 pilas, el acero de refuerzo empleado tiene una resistencia a la tensión de un $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.



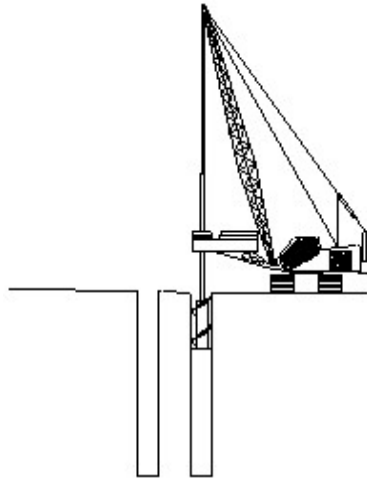
Una vez habilitado, se colocó, soportó y fijó el acero de refuerzo según se muestra en los planos del proyecto autorizados (ver planos anexos), respetando las especificaciones correspondientes, amarres y traslapes, diámetros de varilla y separación de los estribos, así mismo se colocaron los ganchos de izaje, para su posterior maniobra de transporte o sembrado.

Concluida la etapa de fabricación, los pilotes se almacenaron en planta, hasta el momento de su utilización en la obra. Esto estará sujeto al programa de suministro de pilotes y al al programa de obra.

Para el almacenaje de pilotes, las áreas de almacenamiento se encontraban niveladas y estratégicamente ubicadas para no interferir con otras maniobras que se realicen en la planta, los pilotes se colocaron y apoyaron en travesaños (polines). Los cuales se dispusieron en planos horizontales.

PERFORACIÓN PREVIA. Después de tener la ubicación de las coordenadas de los pilotes. Se procede a la realización de la excavación, la cual se determina de acuerdo a la profundidad de pilote con base en el terreno natural como lo marcan los planos proporcionados por el proyectista.

La Perforación se realiza con el objeto de guiar y facilitar el sembrado de pilotes y garantizar la verticalidad del mismo, además de evitar movimientos excesivos en la masa del suelo adyacente.



La excavación requerida será básicamente para la cimentación a base de pilotes colados en sitio. Para esto se ubican las Coordenadas y los niveles de proyecto de los Pilotes en campo. Se determina con exactitud mediante, el marcado con pintura de esmalte y de acuerdo con los planos estructurales autorizados, (ver planos anexos), posteriormente se procede a demoler la carpeta asfáltica con el martillo neumático el círculo de referencia trazado para cada pilote..

Posteriormente, se iniciará la excavación, la cual consistirá en una perforación de sección transversal circular de diámetro $\varnothing=1.20\text{m}$ (este diámetro es el correspondiente al diámetro del pilote), con un equipo de perforación de



pilotes circulares de cucharón giratorio montado sobre camión, dichos equipos llevan un inclinómetro con el fin de disminuir las desviaciones de la perforación, con una capacidad de perforación de hasta 11 mts. en turnos de 24 horas, y en diámetros de 1.20 mts. Este equipo puede utilizarse tanto en suelos cohesivos como en los no cohesivos, aún bajo el nivel freático.

Para garantizar la estabilidad de la perforación y evitar que las paredes de la excavación caigan, se emplea lodo bentonítico, consistente en arcilla con agua.

Las características de este lodo son las siguientes:

1. Densidad: 1.1 ton/m^3 .
2. Viscosidad Marsh: 30 a 60s.
3. Viscosidad plástica: 10 a 25 centipoises.
4. Filtración: menor de 20 cm^3 de agua.
5. Contenido de arena: menor de 3%.

Durante la perforación se irá rellenando con lodo, ya que este se comporta como un fluido que al paso de un tiempo la viscosidad de los lodos bentoníticos aumenta, adquiriendo la resistencia necesaria para evitar que las paredes de la excavación caigan.

La perforación guía se llevó hasta una profundidad de 11 metros en todos los pilotes, con extracción del material. En aquellos pilotes que quedaron a una distancia menor a 4m de cualquier instalación hidráulica adyacente, se prolongó la perforación hasta 50 cm. por debajo del lecho inferior de éstos, pudiendo realizarse la perforación sin extracción sino por simple remoldeo del material.

La perforación no deberá quedar abierta por más de 12 horas por lo que cuando se trate de un fin de semana o día festivo, se podrá iniciar dicha perforación, siempre y cuando se tenga previsto el personal y el material necesario para efectuar el colado del pilote, el tiempo máximo admisible entre la perforación y el colado es de 36 hrs., para evitar deslaves en la parte inferior de esta.

IV.1.2. SEMBRADO DE PILOTES.

Terminada la perforación, y efectuada la limpieza del fondo de la misma, se procederá a la colocación del armado y el colado del pilote, así como la obtención de los niveles de desplante, los cuales se determinan obteniendo la profundidad de la excavación y con el nivel de terreno natural y de proyecto.



Ya habilitado y armado la jaula de acero de refuerzo de acuerdo con las especificaciones estructurales del proyecto, el pilote se toma por el extremo superior y se iza para colocarlo en la perforación guía, esta actividad se realiza levantando el pilote con una grúa, sujeto de un cable, debiendo garantizar la verticalidad del pilote a un ángulo de 90 grados.

Una vez que la jaula esté en la posición correcta, se deja caer en la perforación previa realizada, sin aplicarle alguna carga, cae por su propio peso en seguida se centra con los separadores para conservar el recubrimiento especificado, inmediatamente se procede al vaciado del concreto.



No se dejará transcurrir más de tres horas entre el término de la perforación y el inicio del colado del pilote. En caso contrario, previamente al colado del pilote se deberá repetirse la limpieza del fondo, retirando el material que se haya caído de las paredes de la perforación.

El concreto empleado tiene una resistencia a la compresión de $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ y el acero un límite de fluencia de $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$, obteniendo un revenimiento de 14 (catorce) a 18 (dieciocho) centímetros, para facilitar que éste fluya libremente.

Para su colado se procede de la siguiente manera:
el concreto se colara por medio de un tubo tremie, cuyo extremo inferior estará en todo momento dentro del concreto por lo menos 1.5 m., cuidando que no se presente segregación del concreto dentro del tubo, generalmente el diámetro inferior del tubo tremie es del orden de 15 cm., (6"), los coples de unión de cada tramo de tubo deberán estar perfectamente unidos para impedir la



succión de agua o aire al fluir el concreto en el tubo, el tramo que queda afuera del ademe estará conectado a una tolva acondicionada a una altura conveniente para la colocación del concreto, antes de de iniciar el vaciado del concreto, el extremo inferior del tubo tremie se apoyara en el fondo de la excavación, entre la tolva y el tubo se colocara un tapón, generalmente se utiliza un balón de látex, el cual descenderá dentro del tubo obligando por el peso del concreto, evitando su segregación, no deberá producirse descargas bruscas del concreto, para iniciar el flujo del concreto, el tubo se levantara 30 cm., del fondo y una vez que se genere el flujo continuo, el tubo quedara permanentemente , sumergido en el concreto

a medida que el concreto fluya, se agregara mas concreto a la tolva, manteniendo la columna a la altura conveniente para regular la rapidez del flujo



IV.2. CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTRUCTURA

En esta etapa se hablara de la excavación de la caja de las zapatas, colocación de la plantilla de concreto simple, descabezado de pilotes, armado, cimbrado y colado de zapatas, armado, cimbrado y colado de pilas, rellenos y armado, cimbrado y colado de cabezales, es decir todo el soporte del puente.

IV.2.1. EXCAVACIÓN DE CAJA PARA LAS ZAPATAS

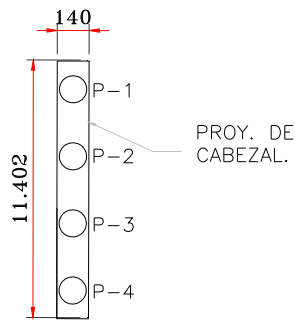
Una vez terminado el proceso de colado de pilotes, se procede a la excavación o apertura de la zapata esto con el fin de dejar al descubierto los pilotes y colar las zapatas de la cimentación de las pilas, el primer paso es determinar la excavación con los siguientes datos:

- El nivel promedio de terreno natural obtenido, tomando niveles en la perimetral de la zapata
 - El nivel de desplante de plantilla de acuerdo a proyecto
- Con estos niveles se determina la profundidad máxima de excavación con lo que se puede iniciar el trabajo, el cual incluye la consideración de una sobreexcavación.

Se presentan dos casos particulares de cimentaciones:

CASO A) CABALLETES

Zapatas desplantadas a 3.5 m de profundidad aproximadamente, trabajando en conjunto con los pilotes. La excavación se realizará en una sola etapa hasta la profundidad de desplante y con la geometría de proyecto.

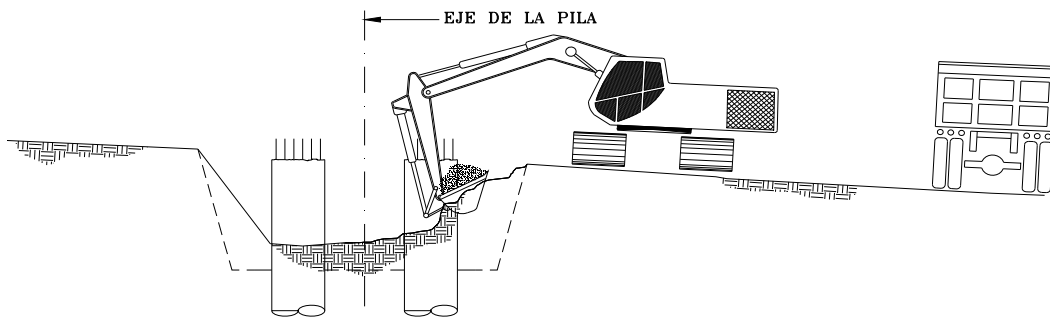


CABALLETE No.1

La excavación deberá presentar taludes cuya relación vertical-horizontal sea 1:25 y ocupará un área de 11.402 m de longitud y 1.40 m. de ancho cuyos lados serán de 50 cm. mayores a los de la geometría de la zapata a nivel de desplante

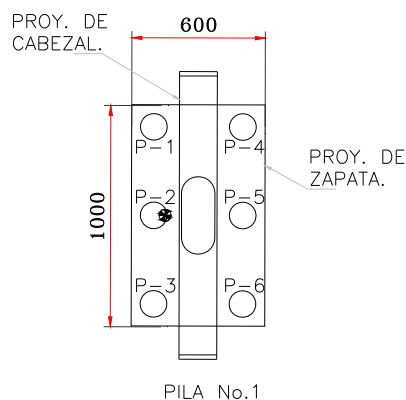
La excavación deberá permanecer abierta el mínimo tiempo posible (5 días).

En caso de presentarse grietas longitudinales paralelas a la excavación, producto de la presencia de rellenos no compactados, será necesario implementar un sistema de contención si así se requiere.



CASO B) ZAPATAS

Estas Zapatas superficiales se desplantaran a 2.5 m de profundidad aproximadamente, la excavación deberá presentar taludes cuya relación vertical-horizontal sea 1:25 y ocupará un área de 10.00 m. de largo por 6.00 m. de ancho cuyos



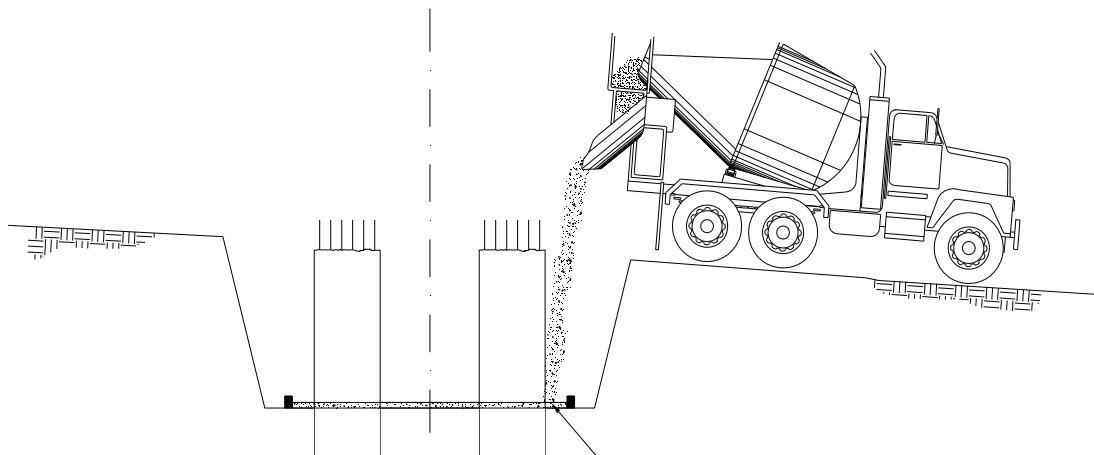
lados serán de 50 cm. mayores a los de la geometría de la zapata a nivel de desplante. El proceso de excavación de la zapata se llevó a cabo con una retroexcavadora, y durante toda la etapa de excavación se contó con un sistema de bombeo de achique que sea capaz de resolver cualquier eventualidad posible como fuese el caso de inundaciones de las zapatas debido a alguna fuga o afectación en tuberías de agua potable o drenaje cercanos a nuestras zapatas. y mano de obra del personal que se utilizó para dar el afine y llegar al nivel del proyecto.

(desplante de plantilla).

el volumen de excavación de los 2 caballetes y las 8 pilas fue de 1, 449. M³. la zona de tiro del material producto de la excavación fue el bordo poniente.

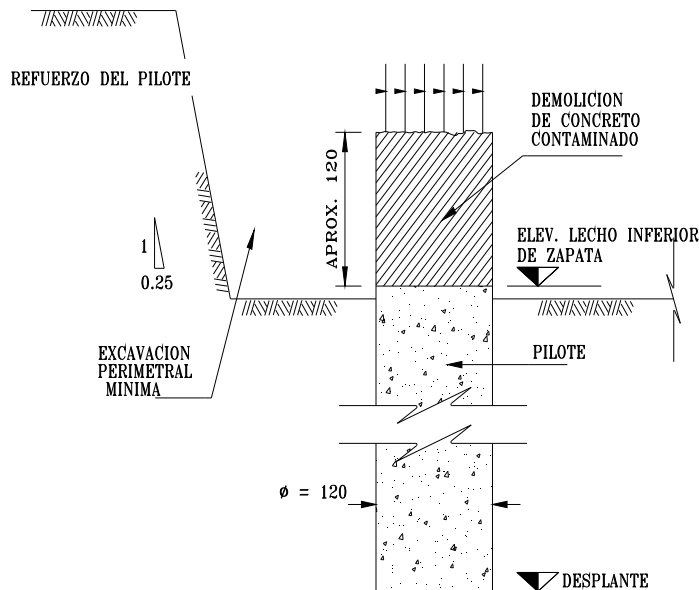
IV.2.2. COLOCACIÓN DE PLANTILLAS DE CONCRETO SIMPLE

Una vez que se tenga el área de la zapata excavada en su totalidad, y al nivel de desplante de proyecto, se colocará una plantilla de concreto pobre ($f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$) de 5 cm. de espesor que cubra únicamente el área de la zapata, para garantizar que no estén en contacto con el suelo directamente. El colado de plantilla de concreto simple se realizó en forma monolítica con el fin de eliminar las juntas frías, esta plantilla funciona como un elemento de transición para evitar que el acero se llene de impurezas o cualquier otro material que se encuentre en la excavación y se pueda seguir con la



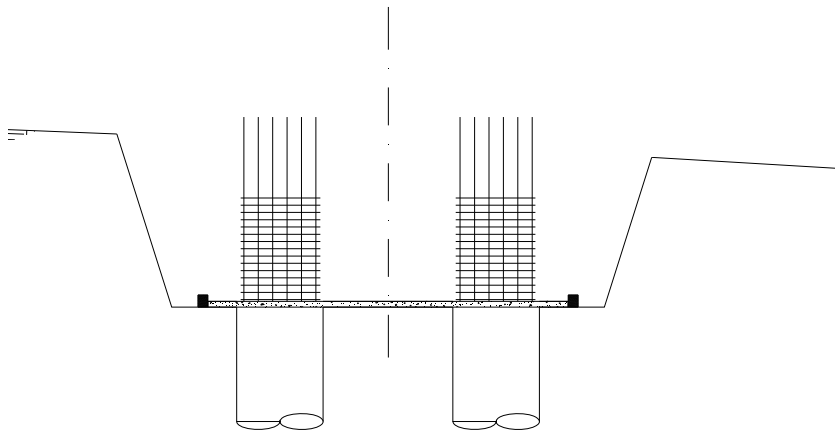
siguiente actividad que es descabezado de pilotes y posteriormente el armado y cimbrado de la zapata de cimentación.

IV.2.3. DESCABEZADO DE PILOTES



Para realizar la conexión o ligue entre la cimentación profunda (pilotes) y la superficial (zapata), se realizó la demolición o descabece de los pilotes hasta descubrir el acero en una longitud mínima de 1.20m con respecto al nivel de desplante de la zapata de cimentación. Esta condición se consideró desde la fabricación y sembrado de los

pilotes.



La demolición se realizó mediante martillos neumáticos rompedores, cuñas y algunas herramientas similares. Los fragmentos de concreto procedentes de la demolición de pilotes, así como los materiales ajenos a la cimentación fueron retirados en su totalidad para ser depositados en tiro oficial autorizado por la Dependencia Gubernamental, que para este caso fue el Bordo Poniente.

IV.2.4. ARMADO, CIMBRADO Y COLADO DE ZAPATAS

ARMADO Una vez terminada la excavación, colocado la plantilla de fondo y descabezado de los pilotes se procede a la limpieza del área de la zapata, y en seguida se trazan los ejes de la zapata, con ayuda de la brigada de topografía donde marcara los niveles correspondientes para el desplante y

armado de la zapata de cimentación.



Estos trabajos consisten en el suministro, habilitado y colocación del despiece del acero generados por la contratista, en función a planos estructurales emitidos por el proyectista, correspondientes a planos de las zapatas, de las contratraves, de la losa de fondo, la pila y la losa tapa.(ver anexo de planos) Para que esta actividad se lleve a cabo, el contratista presenta la documentación que avala la calidad del acero de refuerzo suministrado a la obra incluyendo análisis químicos y características físicas, se realizará en obra una inspección del acero, tomando un muestreo de este material que será enviado a un laboratorio para realizarle algunas pruebas, de acuerdo a los parámetros a la normatividad vigente.

Entre las pruebas de calidad que se realizan, se encuentran las siguientes:

1. Resistencia a la Tensión
2. La Calidad del Acero; en esta se verifican las propiedades físicas y químicas.

Antes de colocar el acero que se utilizara en el armado de la cimentación debe ser inspeccionado detalladamente y verificar que no presente oxidación perjudicial, así como exento de aceite ó grasas, quiebres, escamas, y deformaciones de la sección, y en seguida se procede al habilitado y manejo del acero de refuerzo, en función del plano de despiece elaborado por la contratista (ver planos anexos), en donde se especifican los diámetros, longitudes, cortes, dobleces, escuadras, traslapes, etc.

Todas las varillas se doblaran en frío, observando que el doblado no produzca fisuramiento, laminación ó desprendimientos superficiales, por ningún motivo se permitió que el acero de refuerzo sea doblado en caliente.

Una vez terminada esta actividad, se almacena bajo cobertizos y se clasifica según su tipo y sección, protegiéndolo contra la humedad y alteración química.

El acero de refuerzo empleado tendrá un $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.



Armado. Cumpliendo con el correspondiente habilitado, se realiza el armado de la losa fondo de la zapata de cimentación (dos parrillas, estas se armaran con varilla del No. 6 (3/4") y este contó con un espesor de 52cm.

Armado de Contratraves. Se procedió a efectuar el armado de las contratraves de la zapata de cimentación que tienen un ancho de 60, 80 y 85 cm, así como un peralte de 2.50m y una longitud variable, de acuerdo a los claros de la zapata.

El acero principal es a base de varillas del No. 12 (1 1/2") y No. 10 (1 1/4"), teniendo estribos y acero por temperatura, con varilla del No. 4 (1/2").

Primero se realizó el armado de las contratraves transversales (el lado corto de la zapata), ya que este lado es el que recibe la mayor carga en todo el elemento. Y posteriormente se procedió a realizar el armado de las contratraves longitudinales.

Simultáneamente al armado de las zapatas se procedió a efectuar el armado de las pilas que son el soporte de los elementos prefabricados (vigas) y estos tienen una altura variable.

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

Una vez revisada y autorizada la etapa de armado de acero de refuerzo, se coloca la cimbra común (triplay de madera de segunda, con un espesor de 19 mm), en el perímetro de la zapata, así como el contorno de las Contratraves, incluyendo separadores y troqueles.

Como lo especifica el plano de proyecto, debiendo cumplir con el recubrimiento y dimensiones de los elementos que se colarán.

A la superficie del triplay se le colocó desmoldante para que no se pegue al concreto a la hora de descimbrar.

Como refuerzo a la cimbra se colocaron troqueles de madera para evitar el

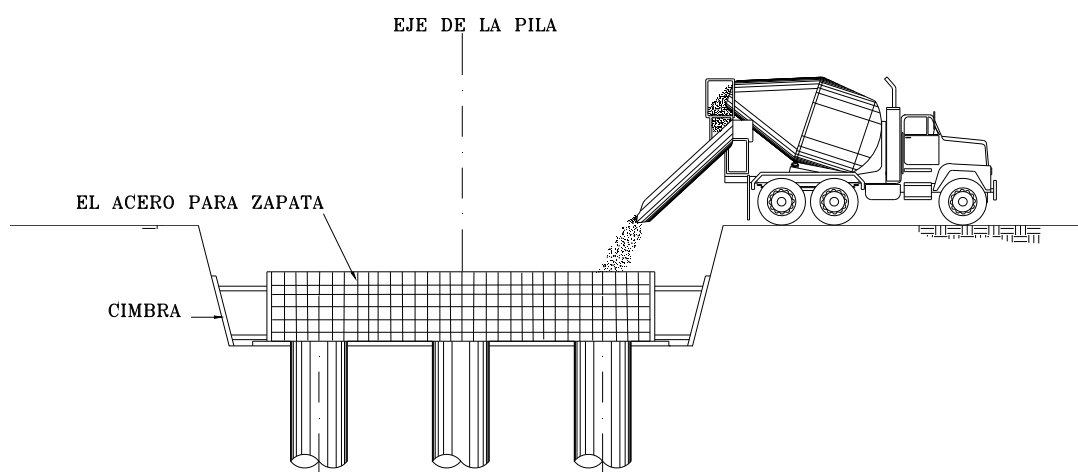
pandeo o deformación.

Terminada la actividad, se procedió a la verificación de alineación, separación, recubrimientos y niveles tope para el colado de la zapata

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

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

Las características que debe reunir el concreto antes del fraguado son:



Consistencia, Fluidéz y Manejabilidad.

La Consistencia, es la propiedad que posee el concreto para permanecer reunido en forma homogénea, esta propiedad se puede medir por la prueba de revenimiento.

La Fluidéz, es la mayor o menor facilidad que presenta el concreto para deslizarse sobre una superficie.

La Manejabilidad es la medida más común por la cual se juzga la calidad del concreto, es la resistencia a la compresión.

Los principales factores que gobiernan la resistencia del concreto son:

condiciones de curado, edad, características del cemento, cantidad de agua de mezclado, cantidad de cemento, características de los agregados y tiempo de mezclado

Una vez armada la zapata con todo el acero indicado en planos y cimbrado, se procede a su colado con concreto de una resistencia a la compresión de $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ y el acero un límite de fluencia de $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$, obteniendo un revenimiento de 8 (ocho) a 10 (diez) centímetros, para facilitar que éste fluya libremente. Para garantizar el colado homogéneo de las zapatas, se establece la siguiente metodología:

Los elementos constituyentes del concreto no deberán deteriorarse ni modificar sus propiedades con el tiempo y bajo las condiciones a que estarán sujetos, es decir, deberán ser compatibles entre ellos y resistentes al medio que los rodeará.

Los agregados gruesos del concreto deberán tener el tamaño adecuado para que estos se introduzcan fácilmente entre el armado de los elementos que formarán la zapata.

El concreto deberá ser colocado y vibrado, incluso contener un aditivo fluidificante, de tal forma que se garantice la no existencia de conductos generados por aire, o cualquier discontinuidad por efecto de la segregación o cualquier otro.

El colado de las zapatas se realizará en forma monolítica con el fin de eliminar las juntas frías.

Deberá preverse la cantidad de concreto por cada elemento, ya que por ningún motivo, se suspenderá el colado una vez que de inicio.

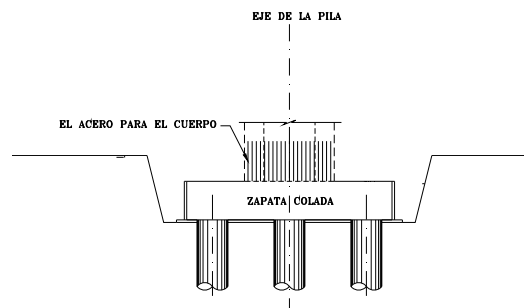
CURADO DEL CONCRETO. Una vez concluido el colado de cualquier etapa, se realiza el curado del concreto, mediante la aplicación de aditivos ó membranas utilizadas para curar el concreto. (adecon) para evitar la generación de grietas, fisuras, etc

DESCIMBRADO. Una vez fraguado el concreto y despues de un tiempo mínimo de 3 días, se procederá a la recuperación de la cimbra, evitando en lo más posible dañar el elemento estructural.

IV.2.5. ARMADO, CIMBRADO Y COLADO DE PILAS (columnas)

La pila (columnas) que es parte del sostén de los cabezales y a su ves estos detienen a las vigas, la sección de las pilas es oblonga, cuyas medidas son de 3.50.x 1.50 m, cada pila deberá cumplir estrictamente lineamientos de control y supervisión para la correcta ejecución del proyecto.

ARMADO, esta se inició previamente cuando la zapata de cimentación comenzó a construirse, pues al momento de su proceso se dejaron colocadas las varillas longitudinales perimetrales de la misma



El acero de refuerzo consta de 48 paquetes de 3 piezas cada uno para dar un total l de 144 varillas verticales del numero 12 en el perímetro de la sección, para el refuerzo transversal se colocarán estribos de sección oblonga al igual que la pila (columna), estos serán del número 4 @ 20 cm. en toda la altura



como confinamiento de todas las varillas; además se colocan estribos rectangulares del número 4 @20cm perpendiculares al eje principal y un estribo rectangular del número 4 @20 paralelo al eje principal, estos estribos se colocarán a todo lo alto de pila (columna) (ver planos anexos)

CIMBRADO Es importante mencionar que durante el proceso de armado estructural de la columna, deberá ponerse especial atención en la verticalidad de la misma, esto es entendible debido a que si por algún motivo la columna no quedara totalmente vertical, el cabezal tendría problemas, así como la colocación de las trabes; además de que las cargas sobre la pila (columna) no estarían trabajando en el sentido vertical solamente, se tendría una flexión de la pila en todo momento, no siendo este el diseño principal.

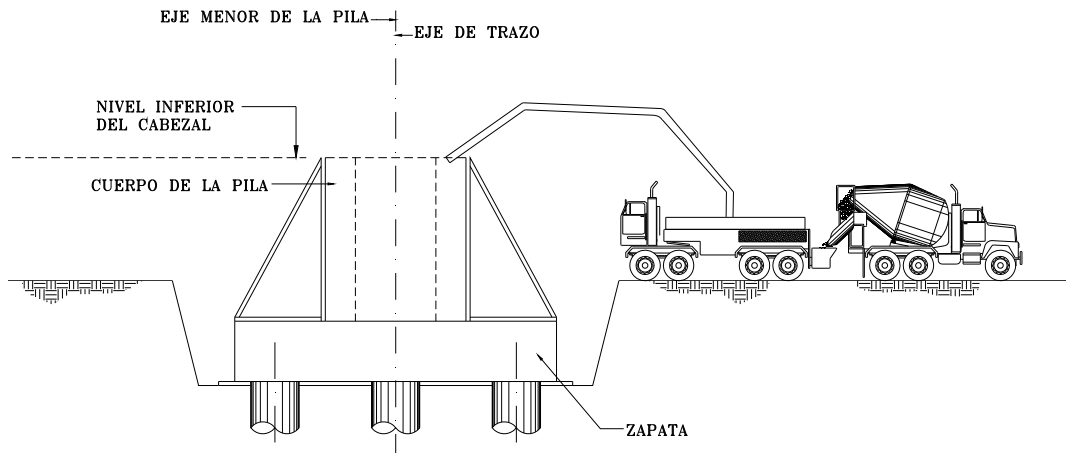
Esta verticalidad se deberá verificar con equipos de topografía formando un ángulo de 90° entre ellos. Para ir alineando perfectamente este armado se recurre al apoyo de tensores de alambre fabricados en la obra y se colocan en cuatro lados de la pila (norte, sur, este y oeste), tirando de cada uno de ellos conforme lo indiquen los topógrafos.



Estando el acero de la columna alineado correctamente, el siguiente paso es colocar la cimbra metálica, que de igual manera deberá estar alineada perfectamente, la cimbra consta de dos secciones en forma de “U” acopladas mediante tornillería, es cimbra metálica lisa para dar un acabado aparente.

COLADO. Estando lista la cimbra se realiza el colado de la pila (columna), que será con concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm² bombeable, se debe tener especial cuidado que durante este proceso se lleve a cabo el vibrado correctamente, en particular en la parte más baja de la pila que en algunos casos como en las pilas de mayor altura sea complicado por la longitud del chicote del vibrador; se debe estar atento en todo momento de que se realice este vibrado.

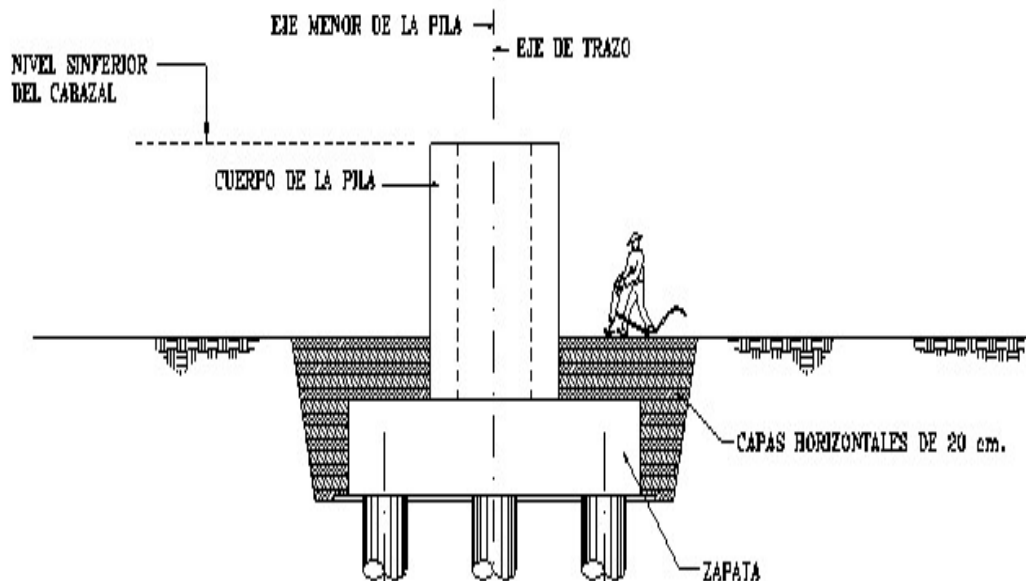
La altura de colado de la pila la determina el proyecto, que es donde inicia el cabezal o donde se comenzará a construirse, y depende de la posición de cada elemento en el puente; pues, en las pilas columnas cercanas a las rampas de acceso la altura es menor.



CURADO Y DESCIMBRADO. Una vez concluido el colado, se inicia el curado, mediante la aplicación de aditivos ó membranas para evitar la generación de grietas, fisuras, etc. Ya fraguado el concreto y pasado el tiempo mínimo de 7 días, se procederá a la recuperación de la cimbra, evitando en lo más posible dañar el elemento estructural.

IV.2.6. RELLENOS

Coladas y descimbradas la zapatas se procede con los rellenos en las aéreas colindantes que se excavaron (perímetro), así como el relleno de la parte superior de la zapata estos rellenos se realizarán con material de banco limo-arenoso (tepetate), y se compacta al 90% de la prueba proctor en capas de 20 cm de espesor (máximo) para obtener un valor relativo de soporte (VRS) de 20% (mínimo).



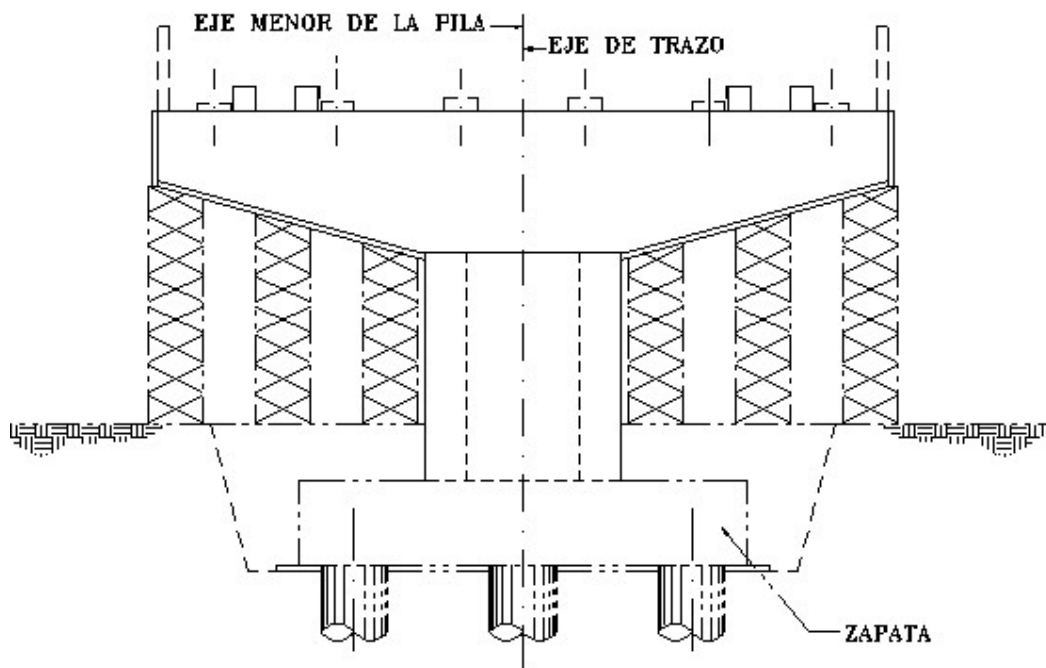
El relleno de la excavación se realiza con la finalidad de dar estabilidad a la Zapata y alcanzar niveles de terreno natural, todos los rellenos que se colocaron en la zona de obra no tuvieron una función estructural u ornamental.

Los rellenos que se coloquen cercanos a las instalaciones hidráulicas deberán ser tendidos con una humedad superior en 2% respecto a la óptima, y ser compactados en capas de 20 cm al 85% respecto a la prueba citada siempre atendiendo a los criterios fijados por SACM

La compactación se realiza con compactadores manuales (bailarinas).

IV.2.7. ARMADO, CIMBRADO Y COLADO DE CABEZALES

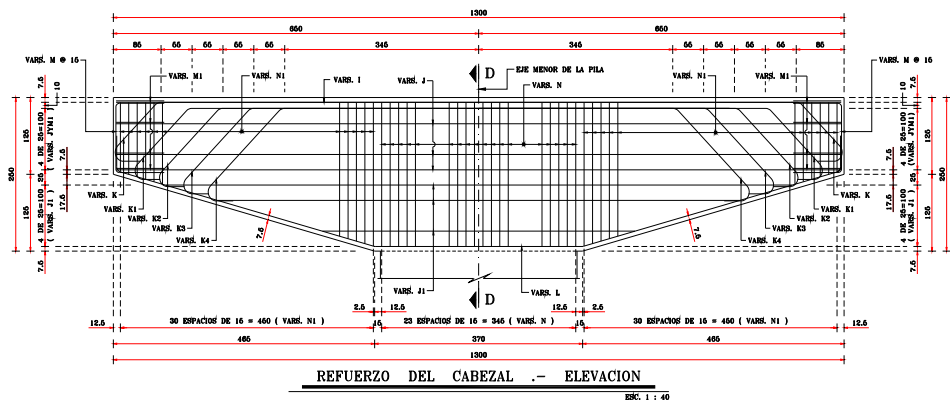
Para la elaboración del cabezal, se deberá contar primeramente con la pila colada y una obra falsa consistente en una armadura de acero levantada hasta el nivel del cabezal para poder hacer el armado de acero y posteriormente el cimbrado.



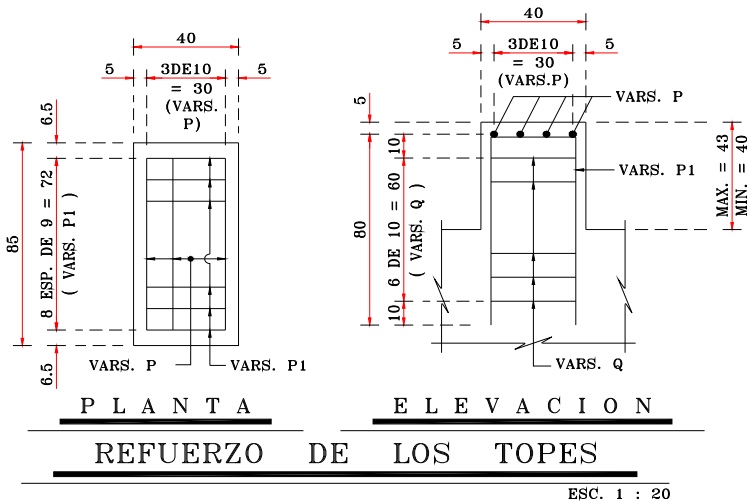
ARMADO. Para esta estructura el acero de refuerzo longitudinal será con 34 varillas del número 12 en el lecho superior acomodadas en paquetes de 2, en el lecho inferior tenemos 20 varillas del número 12 igualmente en paquetes de 2, aunado a esto se colocarán 20 varillas del número 4 en cada uno de los costados del cabezal agrupadas de 2 en 2.

Para el refuerzo vertical se colocó estribos rectangulares del número 4@15cm a partir del extremo del cabezal hacia la columna en una distancia de 3.45m en paquetes de 4 varillas cada uno.

Esto es en ambos lados de la columna, para la parte central donde está también el acero de la columna el refuerzo es por medio de estribos del número 4 distribuidos en 11paquetes de 4 varillas cada uno en la parte central de la columna.



Elaborado el armado estructural del cabezal, se deberá también colocar el acero para los topes sísmicos, cuya función principal es la de evitar que las vigas se desplacen de manera horizontal sobre el cabezal especialmente en un evento sísmico; además estos topes sirven como interconexión entre las vigas y el cabezal.



LA CIMBRA Una vez terminado el corte, habilitado y armado del acero de refuerzo del cabezal y los topes, como se indica en el plano estructural, se procede a la colocación de la cimbra. Esta estará diseñada para soportar, con la seguridad adecuada, la carga muerta del concreto así como la adicional producida por las operaciones de colado. De igual manera, deberá ser capaz de mantener el concreto en estado plástico en su alineación recta para lo cual se darán contra-flechas, esto cuando sea necesario. Se preverán

además cuñas y dispositivos para compensar por hundimientos que se presenten durante los colados.

El diseño de la cimbra tomará particularmente en cuenta los siguientes factores:

- ❖ Velocidad y método de colocación del concreto.
- ❖ Cargas vivas, laterales e impactos.
- ❖ Materiales y esfuerzos permisibles.
- ❖ Deflexiones, contraflechas del concreto, excentricidades y presiones ascendentes.
- ❖ Contraventeo.
- ❖ Empalmes.



El colado se iniciará con la colocación del concreto por el perímetro. colocando el concreto en los extremos de la sección respectiva y progresando hacia el centro.

El colado se realiza con una rapidez tal, que el concreto esté en todo momento en estado plástico y fluya fácilmente en los espacios entre las varillas del refuerzo.

No se permitirá que el concreto caiga libremente desde una altura mayor de 1.20 metros, cuando se requieran alturas mayores se usarán series de embudos.

El concreto se colocará por capas para que puedan ser vibradas conjuntamente. El concreto fresco no se depositará sobre concreto que haya endurecido lo suficiente como para causar formación de juntas frías, grietas y planos de debilidad de la sección.



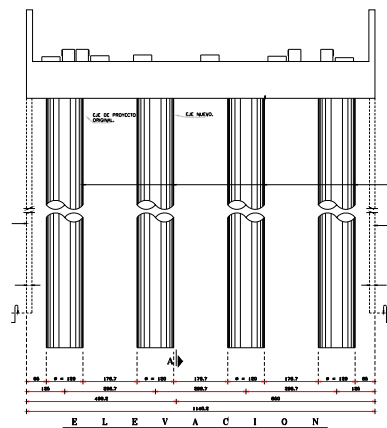
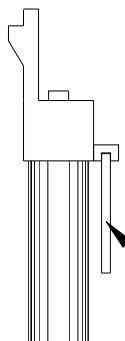
Todo el concreto se compactará por vibración y se picará y moverá con herramientas adecuadas haciéndolo fluir completamente alrededor del refuerzo y elementos empotrados y hacia las esquinas y lugares remotos de la cimbra a manera de eliminar bolsas de aire o aglomeraciones de agregado grueso.

Se utilizan vibradores mecánicos con una frecuencia no menor de 6000 R.P.M (Revoluciones Por Minuto).

CURADO Y DESCIMBRADO. Concluido el colado, se realiza el curado, mediante la aplicación de aditivos ó membranas para evitar la generación de grietas, fisuras, etc. Ya fraguado el concreto y pasado el tiempo mínimo de 7 días, se procederá a la recuperación de la cimbra, evitando en lo más posible dañar el elemento estructural.

IV.2.8 CABALLETE

Este caballete con muro tiene la función principal de recibir las trabes principales y la superficie de rodamiento para poder ligar con la rampa de acceso o descenso del puente. La cimentación para el caballete es sobre cuatro pilotes de 1.20 m., de diámetro y desplantados a una profundidad de 11.00 m, sobre ellos esta una zapata de 13.06 m de largo x 1.40 m de ancho x 3.25 m. de altura.



Como se ha descrito anteriormente el proceso para la construcción de este muro estribo, es de manera similar a los procesos descritos. Primeramente se realizan los trazos de ejes de zapatas y pilotes, barrenación, sembrado y colado de pilotes; así como la excavación para el desplante de la zapata, colado de plantilla, descabece de pilotes, armado, cimbrado y colado de zapata de cimentación y columnas.

La parte importante durante este proceso constructivo del muro estribo es la de colocar el correcto acero de refuerzo en todas las áreas, la colocación de los topes sísmicos y la colocación de los apoyos de neopreno, pero en especial los niveles de proyecto; esto debido a que este muro es la división entre el puente propiamente y la rampa de acceso, así que cualquier falla en los niveles ocasionaría unos desajustes que derivarían en problemas a la hora de circular por la vía.

Aunado a la construcción del muro estribo se colocó acero de refuerzo ligado a esta estructura para elaborar la rampa de acceso, este acero de refuerzo es principalmente para los muros de contención de la rampa.

IV.3. CONSTRUCCIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA

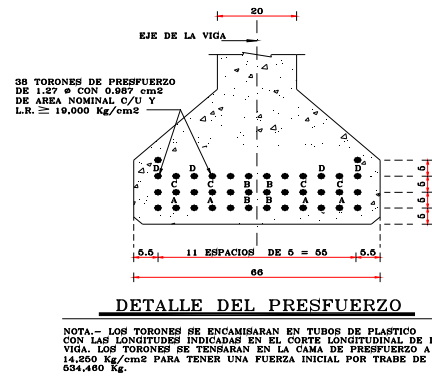
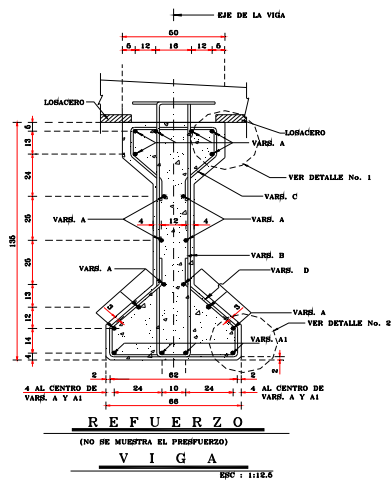
En este apartado se hablara de la estructura elevada como son las vigas presforzadas, la colocación de la losa acero, armado y colado de zona de rodamiento, así como la colocación de la carpeta asfáltica.

IV.3.1. MONTAJE DE LAS VIGAS PRESFORZADAS

Las vigas serán prefabricadas de concreto armado y son elementos estructurales que se fabrican en un lugar distinto al de la obra; con el objeto principal de agilizar la ejecución de los trabajos y cumplir con las características estructurales determinadas.

El fabricante de los prefabricados de concreto (pretencreto) realizo el proceso de fabricación, los muestreos y pruebas correspondientes.

Las vigas presforzadas empleadas en este puente son del tipo I con un ancho de $B = 66 \text{ cm.}$, y un peralte de $h = 1.35 \text{ m.}$, la longitud es de 26.50 m. y Armadas con 38 torones de presfuerzo en la parte inferior, de 1.27 de diámetro con 0.987 cm^2 , de área nominal cada uno y $LR \geq 19,000 \text{ kg/cm}^2$, y armadas con acero de refuerzo con un $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$ y coladas con concreto de resistencia a la compresión de $f'c=400 \text{ kg/cm}^2$, cada viga como se muestra en las siguientes figuras.



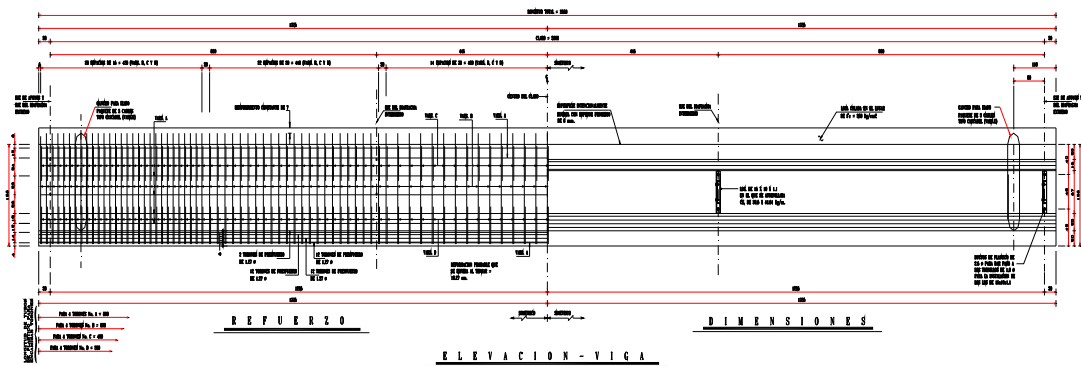
Para la fabricación de las vigas prefabricadas se realizaron los siguientes pasos:

Se hace la fabricación de los moldes de la viga de acuerdo a los Planos y Especificaciones de proyecto, una vez que se tienen los datos del proyectista el Jefe de Producción procede a su fabricación tomando en cuenta los siguientes aspectos: Ganchos de izaje, Trazo de lengüetas, ménsulas, trazo de colocación de accesorios, etc.

Fabricado el molde se aplica un desmoldante a toda la superficie del mismo, con un aspersor, un rodillo o equivalente, y en seguida se colocan las tapas en los extremos de cada elemento respetando los trazos antes descritos.

Habilitado. El acero de refuerzo es con varilla de 1" de diámetro (No. 8), longitudes mayores a 12m y que se requiere se bulben, además se realizarán las pruebas de inspección por medio de radiografías al 3% y pruebas destructivas de tensión al 2%, de acuerdo a las longitudes requeridas por los elementos.

Se procedió a realizar el habilitado conforme al proyecto estructural. Se realizó el habilitado y manejo del acero de refuerzo, en función del plano de despiece elaborado por la contratista, en donde se especifican los diámetros, longitudes, cortes, dobleces, escuadras, traslapes, etc. (ver planos anexos), las varillas correspondieron a las clases, diámetro y número indicados en planos autorizados.



Concreto una vez selladas las tapas y tacones del molde y armado el acero, para evitar la fuga de lechada en el momento de realizar el colado.

Antes de realizar la colocación del concreto, se verifican y registran: las dimensiones, colocación de accesorios, tapas y tensado.

La resistencia a la compresión del concreto (f'_c) es de acuerdo a lo especificado en proyecto igual a 400 kg/cm^2 , se requiere que la cantidad de concreto sea la necesaria para cada elemento, por ningún motivo se debe suspender el colado una vez que dio inicio.

El colado se realiza de forma continua para evitar juntas frías, realizando el vibrado correspondiente garantizando que se tenga el mejor acomodo posible de la mezcla y tener el acabado aparente marcado en la especificación de proyecto.

Las piezas no se deben mover de su lugar de colado, hasta que adquieran la resistencia necesaria para su manejo con el fin de evitar grietas, fracturas.

Para todas las superficies de los elementos se verifican que estas queden lisas, continuas y exentas de salientes, oquedades o rugosidades, y se revisa que cuenten con el acabado requerido en proyecto.

El Curado del concreto a vapor. Una vez terminado el colado de la viga se cubren con lonas toda la superficie del molde para garantizar el curado adecuado evitando que tengan contacto con el concreto.

La aplicación del vapor se inicia transcurrido 2 horas después del término de la colado del concreto, siendo importante cumplir con el régimen establecido en la especificación correspondiente.

Se realizó el desenlonado transcurridas dos horas después de detener el suministro de vapor, y se procede a efectuar el retiro de tapas y botes cuidando no dañar las aristas del concreto.

Liberación del Presfuerzo. Para la aplicación del presfuerzo se inicia el corte del torón en los extremos y alternados los cortes de los torones, de tal forma que se garantice el presfuerzo de la mejor forma a la pieza.

Se realizó con la autorización del Laboratorio de Control de Calidad a partir de la obtención de la transferencia inicial establecida en los planos autorizados por la proyectista.

Desmoldeo. Una vez curada la viga se extrae el elemento del molde cuidando no dañar las aristas del concreto y se identifica los elementos una vez liberadas por parte de la supervisión, para almacenaje de la pieza en planta, y estar lista para su traslado a la obra para su colocación.

Transporte de vigas, para esta actividad se contará con una grúas con capacidad de 80 toneladas.



Se tendrán las plataformas necesarias para el transporte de los elementos, esto debido a que son 18.5 km de recorrido entre el punto de montaje y la zona de fabricación y almacén de las vigas.

Se colocarán sobre las plataformas los elementos y se asegurarán estos a base de polines y eslingas que evitarán el posible movimiento de las vigas o

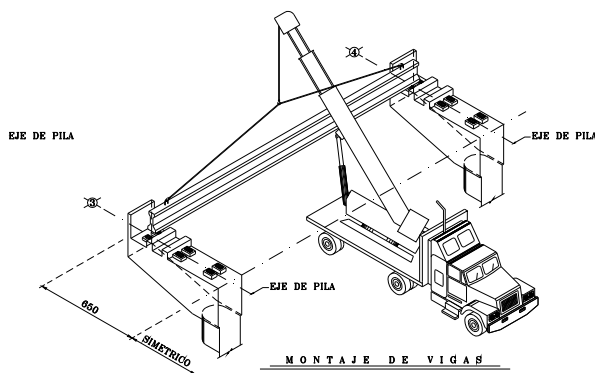
volteo de las mismas.

Se deberá contar con un auto piloto para acarrear las trabes en el trayecto.

En el caso de que la cantidad de trabes transportada exceda la cantidad de trabes montadas durante la jornada estas se almacenarán cerca de la zona de montaje en estibas máximas de tres piezas calzadas sobre polines

Montaje de vigas. Para facilitar el procedimiento de montaje de las vigas se deberán realizar las siguientes actividades preliminares:

Se deberá contar con el despiece marcado en los cabezales para la colocación de los elementos.



Con objeto de facilitar el montaje se verificara que todas las áreas para esta actividad estén en condiciones óptimas, libres de interferencias y cuidando que el terreno donde apoyarán los estabilizadores de la grúa estén firmes y compactados para la ejecución de los trabajos

Se delimitara la zona mediante franjas de seguridad perimetrales que impidan el paso de personal ajeno a las obras.

Se contara con los elementos estructurales por montar de la etapa correspondiente en la zona de influencia.

Se trazara en campo el eje y la alineación en donde irá cada una de las trabes.

Una vez realizado lo anterior se procederá al montaje de los elementos estructurales como se describe e continuación:

Ya que se estudiaron las áreas y espacios disponibles para el posicionamiento del equipo de montaje, se procederá a situar y estabilizar las grúas con capacidad alrededor de 80 toneladas, el alcance o radio de montaje destinado y propicio para la actividad.



Se colocarán los neoprenos de soporte en el eje de la trabe correspondiente

Se descargarán los elementos estructurales directamente de la plataforma al área o sitio de montaje.

La colocación será siguiendo la numeración de cada viga indicada en los planos de proyecto, con la finalidad de llevar un mejor control y evitar una mala colocación de

una viga.

El montaje se hará empleando dos grúas, colocadas en cada extremo de los cabezales, se calzan, nivelan y colocan los contrapesos de cada una de las grúas para poder trabajar dentro de la capacidad de la misma de acuerdo al peso de cada elemento. Se estroban los elementos con el balancín, los grilletes y estrobos adecuados de acuerdo a su geometría y peso.



Se inicia el izaje del elemento, liberando el equipo de transporte, posteriormente se eleva por encima de los cabezales, se gira suspendida la

viga maniobrando de tal forma que queden colocados exactamente sobre los apoyos de neopreno donde será su posición definitiva, se retira el equipo de transporte.



Se verifican los ejes de la viga con los ejes de trazo, así mismo se verifican los ejes de viga con los ejes de las pilas, las cuales reciben el cabezal, se desestroban los elementos. Las grúas permanecerán en el mismo lugar para colocar la siguiente viga, cabe aclarar que se colocaran 6 vigas en cada claro de los 8 que tiene el puente, ya terminado el claro de montar se mueven a otro eje haciendo las actividades antes mencionadas



IV.3.2. COLOCACIÓN DE LOSA-ACERO SOBRE LAS VIGAS

La losa acero es un sistema de entrepiso metálico que utiliza un perfil laminado diseñado para anclar perfectamente con el concreto y formar la losa de rodamiento del puente.



Este sistema además de tener una excelente resistencia estructural disminuye los tiempos de construcción generando ahorros en mano de obra, tiempo y renta de equipo, actúa como acero de refuerzo positivo y como cimbra. Se coloca sobre las vigas en tramos de 1.80 m. a todo lo largo y ancho del puente, trabajando como sección compuesta.

La losa acero se conecta a la viga de concreto por medio de tornillos auto taladrantes al patín superior aprovechando al tornillo como elemento de fijación para la losa acero y como conector de cortante para la acción compuesta de la viga



El refuerzo de la malla de temperatura es esencial en cualquier tipo de losa estructural para resistir los efectos de temperatura y contracción de fraguado que sufre el concreto, por lo cual se ubicará siempre en el tercio superior de la losa. Se utiliza como malla de temperatura varillas de acero de refuerzo (corrugadas ó lisas) amarradas con alambre.

La posición de las varillas dentro de la losa se dará de acuerdo a los planos de estructuras y deberá estar 2 cm. como mínimo, por debajo de la superficie superior de la losa y apoyadas sobre pollos de concreto, para el recubrimiento.



del acero..

IV.3.3. COLADO DE LA LOSA DE CONCRETO

El habilitado de Acero para el firme de compresión.

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

Se realiza el armado de la losa de compresión en coordinación con el habilitado, se utiliza varillas del No. 4 y 3, para los sentidos longitudinales y transversales respectivamente, de la vialidad.

Así mismo se coloca el acero de refuerzo que servía como anclaje para el parapeto de concreto (guarnición sobre-puente).

Una vez terminada la actividad, se verifica el armado, dimensiones alineación, separación, amarre, niveles, diámetros, y limpieza de la varilla, y por ultimo la limpieza total del área y dejarla lista para continuar con la siguiente etapa



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

Colocación de Cimbra. Terminado el habilitado y armado del acero de refuerzo, se procedió a la colocación de cimbra frontera (sentido longitudinal) y cimbra complementaria entre viga y viga.

Colado. Se realiza el colado en una sola etapa, la resistencia a la compresión del concreto es de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ de acuerdo a lo especificado en proyecto estructural, la cantidad de concreto utilizada fue de 71.92 m^3 para cada claro, y por ningún motivo se suspendía el colado una vez que daba inicio.



El suministro era en forma continua para evitar juntas frías, realizando el vibrado correspondiente garantizando que se tuviera el mejor acomodo posible de la mezcla y así lograr el acabado aparente marcado en la especificación de proyecto

IV.3.4. CONSTRUCCIÓN DE GUARNICIONES

Después de hacer el colado de la losa, se procede a construir la guarnición (parapeto de concreto) que tiene la función de actuar como, muro de contención ante un probable accidente automovilístico, y evitar que los vehículos se precipiten al vacío.

Para esta actividad se procede primeramente al corte y habilitado del acero, de acuerdo como lo marcan los planos estructurales en donde se especifican los



diámetros, longitudes, cortes, dobleces, escuadras, traslapes, etc., las varillas deben corresponder a las clases, diámetro y número indicados en planos autorizados, se utiliza varilla del No.6, para el sentido longitudinal y para los

estribos del No. 4, respetando su respectiva separación y realizando los amarres correspondientes de tal forma que el acero quede anclado en la losa, el concreto reforzado tendrá una resistencia de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y el acero un límite de fluencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Cuando se haya terminado de cimbrar y colocar el acero, se procederá a colocar las placas base, estas se realizan con una placa de espesor igual a $3/4"$, de $0.25\text{m} \times 0.30 \text{ m}$, y anclas con varillas del No. 6 con una longitud de 40cm , el corte se realiza empleando equipo de oxi-corte. Se hace la aplicación de soldadura con arco eléctrico con electrodos de la serie E-90xx entre placas y anclas.

Con los planos correspondientes se ubican los ejes de las placas base para su debida colocación y distribución de las mismas, así como su correcta nivelación.

La separación de las placas es a cada 2.00 m de eje a eje de placa.

Las anclas de las placas base quedaron debidamente empotradas dentro del armado de la guarnición bien niveladas, estas se colocaron con alambre recocido, los amarres estaban debidamente ajustados, para evitar movimientos de la estructura. Una vez fijados estos elementos se procederá al vaciado del concreto hasta el nivel de la placa de la guarnición.



Se coloca dentro del armado de la guarnición, tubería conduit flexible con forro de PVC de 51mm , tipo liqueatite, para después colocar el cableado eléctrico que alimenta los postes de alumbrado sobre el puente.

Esta tubería se coloca en ambos lados de la vialidad, tal como se especifica en el plano eléctrico emitido por el proyectista

IV.3.5. CONSTRUCCIÓN DE PARAPETO METÁLICO

El parapeto tienen la función de actuar como protección, para evitar que los vehículos se precipiten fuera del puente esto sigue a la par de. la construcción de la guarnición, una vez terminado el armado del acero se colocan unas placas metálicas en la parte superior de la guarnición, en donde posteriormente

se soldan las pilastras que sirven de soporte al parapeto.

El parapeto está constituido por tubo de acero galvanizado de 7.6 cm., de diámetro (3”), el cual se habilita primeramente todo el perfil en el área asignada para la fabricación dentro de la obra, para su fabricación se comienza primeramente cortando conforme lo indican los planos de proyecto y habilitando las pilastras verticales con la inclinación indicada en planos, teniendo habilitadas estas piezas, se colocan sobre las placas que se dejaron anteriormente ahogadas en la guarnición, enseguida se marca en estos postes las secciones donde se empotraran los perfiles horizontales para posteriormente cortar la sección indicada y colocar así el perfil horizontal, la unión de este parapeto con las placas de la guarnición será con soldadura de filete en todo el perímetro.



En seguida se detalla y limpia perfectamente el parapeto y se le da el acabado de pintura. Por último se colocan los postes de alumbrado y se realizan las conexiones de alimentación, las pruebas necesarias para el buen funcionamiento de las luminarias.

IV.3.6 TENDIDO Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLEN EN RAMPAS DE ACCESO Y DESCENSO

Estos elementos son los que propiamente nos permiten accesar al puente vehicular o descender del mismo, y están compuestos por muros de tierra, estabilizados mecánicamente y son estructuras que sirven para la contención y estabilización de taludes así como para formar parte integral de vías de comunicación, la cara del muro tendrá un acabado aparente, empleando paneles de concreto prefabricadas. (escamas). Los elementos principales que forman la estructura con acabado aparente son: Paneles de concreto armado, para conformar la cara del muro. Rellenos con material compactado, para conformar el cuerpo del muro.



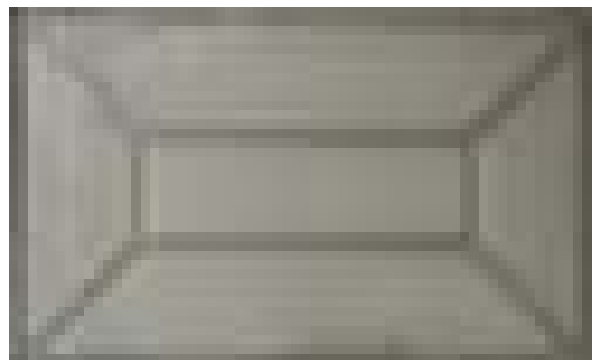
PANEL DE CONCRETO: (ACABADO APARENTE)

En los paneles de concreto armado, prefabricados, el concreto tendrá una resistencia a la compresión de $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ y el acero un límite de fluencia de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, con una tolerancia en cualquier dimensión y en su posición (vertical y horizontal) de $\pm 0.5 \text{ cm.}$ y 1% con respecto a la vertical, montados unos sobre otros, alineados por dos barras (escantillones), que se colocan en los espacios dejados durante el colado del panel.

Durante la instalación de los paneles, en las juntas horizontales se colocará un neopreno para dar la holgura necesaria para absorber los asentamientos diferenciales que pudiesen ocurrir y en las juntas verticales se colocará un geotextil para evitar la salida de partículas finas.

La primer fila de paneles se apoyarán sobre una cadena de desplante de concreto simple con una $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ con un ancho mínimo de 0.35 m. y una altura de 0.15 m. bien nivelada, con pendiente del 0.01 %.

Para el refuerzo del terraplén, dentro de la masa del suelo del macizo, se colocará una geomalla y polímeros en refuerzos extendibles



A continuación se indican los características de rellenos y grados de compactación para el terraplén:

1. La franja cercana a la cara del muro (60 cm.) deberá tener por lo menos el 90 % de su p.v.s.m. (proctor).
2. El resto del terraplén del muro deberá tener una compactación mayor o igual al 95 % de su p.v.s.m. (proctor ó porter).

El relleno se colocara en capas horizontales, paralelas al desplante cuyo espesor no debe ser mayor de 0.30 m. para muros de acabado aparente.

No se debe emplear maquinaria de orugas en contacto directo con los elementos del armado del muro.

Posteriormente al relleno se hace la colocación de la Sub-Base, sobre el terraplén aligerado, formando la capa sub-base la cual tiene un espesor de 20cm y su función es la de soportar los esfuerzos que le transmite la base y distribuirlos a nuestro terreno aligerado en tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales. El tamaño máximo de los agregados que se ocuparon para la sub-base fue de $1\frac{1}{2}$ "

La sub-base tuvo como máximo un contenido de finos del 20%, se contó con una compactación mínima del 95% de su P.V.S.M..

Colocación de la base. Sobre la capa de la sub-base se formó la capa de la base la cual tiene un espesor de 15cm y su función es la de soportar los esfuerzos que le transmite la carpeta asfáltica y distribuir esos esfuerzos a la sub-base de



tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales.

El tamaño máximo de los agregados que se ocupó para la sub-base fue de $1\frac{1}{2}$ "

La sub-base tuvo como máximo un contenido de finos del 10%

Se contó con una compactación del 100% de su P.V.S.M. y se realizó este procedimiento con equipo vibratorio. y se verificó que estuviera correctamente el alineamiento, el perfil, la sección, la compactación, el espesor y acabado de forma satisfactoria

LOSA DE APROXIMACIÓN. Se le denomina losa de aproximación a la superficie de rodamiento que está sobre la rampa de acceso o descenso, y tiene la finalidad de crear una "articulación flexible" de la superficie de rodamiento entre el puente propiamente y la rampa.

Esta es una parte de la estructura de la rampa, la cual tiene la característica principal de tener el mismo armado estructural que tiene la superficie de rodamiento que se encuentra sobre el puente, inicialmente la losa de

aproximación tiene de una longitud de 10.00 m, justamente en este punto se genera una junta de construcción

El armado estructural de la losa de aproximación es con una parilla doble armada con varillas del # 5 @ 20cm en ambas direcciones, además de colocar bastones del # 6 @ 20cm en los dos extremos de la losa, el peralte de la losa de aproximación es de 20cm con concreto premezclado de resistencia $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.

Como la longitud total de la rampa es de 100.00 m aproximadamente y solo 10.0m, de esta se considera como losa de aproximación, la parte restante es nombrada losa de rampa de acceso o descenso



IV.3.7. TENDIDO Y COMPACTACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Antes de iniciar con éste procedimiento, se realiza la revisión del proyecto (estructural, geométrico, topográfico y de detalles), y las especificaciones para el procedimiento constructivo de pavimentos

Colocación de Carpeta Asfáltica en el Terraplén. Se verifican los niveles del relleno aligerado (tezontle) en capas de 50cm (máximo) en todo el ancho del terraplén y hasta el nivel de desplante de la capa de Sub-base del pavimento, siguiendo las características del material y su colocación como lo indica la especificación del proyectista.

A continuación se verifica la colocación de las estructuras de drenaje o cualquier otra instalación, de igual manera los niveles y pendientes de proyecto a fin de mantener constante el espesor del pavimento.

CAPA SUB-BASE. Se procede al suministro y colocación de la capa Sub-base de grava cementada compactada al 95% según AASHTO (T-180), en capas mínimas de 20cm, de espesor, según especificación del proyectista.

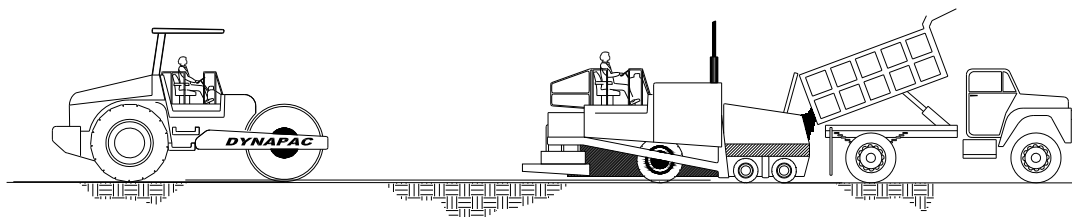
CAPA BASE. Habiendo cumplido con las especificaciones para la capa Sub-base, se construye la capa base conformada con grava cementada compactada al 100% según norma AASHTO (T-180), T.M.A. 38mm.

RIEGO DE IMPREGNACIÓN. Una vez que la capa de la base haya cumplido con las especificaciones, sobre la base, libre de polvo y partículas sueltas, se aplica un riego de impregnación con emulsión catiónica RM-2K, con una proporción de 0.70 L/m^2 . y una penetración de 2 mm como mínimo.

RIEGO DE LIGA. Transcurridas 48 hrs (mínimo) de aplicado el riego de impregnación y 30 minutos antes de la colocación de la mezcla asfáltica, se aplicó el riego de liga, quedando el material totalmente impregnado.

Estos trabajos se realizan asegurándose con anterioridad de que no existiera la posibilidad de lluvia durante la aplicación del riego y mezcla asfáltica, manteniendo en todo momento la superficie de aplicación limpia y seca.

MANTEO. Inicialmente se hace un manto en forma manual con el concreto asfáltico para evitar el levantamiento del riego de liga al iniciar con el tendido de la carpeta asfáltica, con los neumáticos de los camiones al vaciar a la tolva de la pavimentadora.



COMPACTACION DE LA CARPETA

TENDIDO Y NIVELACIÓN. Una vez mantenido se continúa con el tendido de la mezcla asfáltica con una máquina pavimentadora de sensores electrónicos para cumplir con los espesores de proyecto y con los niveles longitudinal y transversal; Para el tendido se requiere de una cuadrilla de rastrilleros, peones. Carretilleros, etc. para detallar o en su caso eliminar las juntas, bordos y depresiones.

COMPACTACIÓN. La compactación se realiza con una plancha de doble rodillo liso y posteriormente con un compactador de neumáticos, para dejar una superficie de rodamiento lisa, siempre aplicando la humedad adecuada para evitar el levantamiento de la mezcla.

SELLO. Finalmente se aplica un sello con cemento-agua, en forma manual en una proporción de 0.75 kg/m^2 ., para proteger la carpeta de las filtraciones de agua.

La carpeta se tiende en una capa, siempre que esta garantice la compactación uniforme.

Las características del material pétreo, mezcla y cemento asfáltico, deben cumplir con lo establecido en la especificación del proyectista.

Se procura tener cuidado con las temperaturas de tendido y compactación que estén dentro de las tolerancias marcadas en la especificación las cuales podían variar de 105°C a 130°C.

Conexión con Pavimento Existente. La conexión entre los pavimentos de la vialidad y los del puente (nuevo) se realizaron de forma escalonada, conservando dicho escalón con un ancho mínimo de 30 cm y 2 m de longitud. Para la junta entre las carpetas (vialidad y puente), se realiza el retiro de partículas sueltas y flojas, y se aplica un riego de liga en la pared vertical entre ambas.

Colocación de Carpeta Asfáltica en Puente Vehicular y la rampas de acceso. La carpeta asfáltica sobre el puente y la rampa de acceso se coloca a tope en la zona de la junta de calzada, con la salvedad de que ésta tendría un espesor de 7 cm omitiendo el riego de impregnación, únicamente se aplica un riego de liga sobre el firme estructural que debe de presentar una superficie regular y libre de partículas sueltas .

Juntas en apoyos móviles. Una vez colocado y fraguado el firme estructural y previa colocación de la junta móvil, se procede a rellenar las fisuras existentes en toda el área, con emulsión catiónica de rompimiento medio RM-2K.

De ser necesario, se coloca una capa reniveladora de concreto asfáltico de 1.5cm de espesor (máximo), y se compacta de tal forma que se obtenga una superficie cerrada.

Actividades Complementarias

Coladeras. Se debe tener el suministro de coladeras para su colocación en las guarniciones de concreto, para el desalojo de las aguas pluviales, así mismo se lleva a cabo la rectificación de brocales y si es necesario se realiza la renivelación por sufrir un cambio de nivel por el tendido de la carpeta.

Balizamientos. Estos se realizan al término de los pavimentos en todo el puente cuyos trabajos consisten en la señalización horizontal que se realiza con un pinta rayas.

Señalización horizontal y vertical. Los cinco requisitos básicos que deben cumplir los señalamientos de tránsito son: llenar una necesidad, llamar la atención, transmitir un significado simple y claro, que sean respetados por los usuarios y proporcionar el tiempo suficiente para una respuesta adecuada. De acuerdo a lo anterior se realiza un programa de colocación de señalamiento en las áreas donde se requiera.

Señalamiento Vertical tipo1.

El poste de esta señalización, se construye con perfil PTR de 5.08 x 5.08 x 0.64cm. La altura de los postes deben cumplir de acuerdo a la norma de señalización, las placas base de los postes están constituidos de acero de 15 x 15 x 1.27cm, los postes colocados en la preparación (soldados a la placa base) y se colocaron cartabones de 5 x 5 x 0.64cm, para garantizar la estabilidad del mismo. La soldadura para unir el poste a la base y al montén fue en cordón.

La señalización para este tipo de poste se construye de placa galvanizada

calibre 16 con las dimensiones indicadas en el proyecto Para las señalizaciones PREVENTIVAS se coloca una película reflejante de alta intensidad de color amarillo ó anaranjado, las leyendas o filetes que formen parte de estas señalizaciones se hacen con tinta opaca para serigrafía o película reflejante de alta intensidad).

Las señalizaciones RESTRICATIVAS son con fondo de color blanco, con película reflejante de alta intensidad, el anillo es de color rojo elaborado con película de alta intensidad o tinta transparente para serigrafía, el símbolo y filete son de color negro de recorte de película o tinta opaca para serigrafía.

Las señalizaciones INFORMATIVAS son fabricadas de lámina galvanizada calibre 16 fondo verde (película reflejante grado diamante) con película antigrafiti, con la leyenda, flecha, filete, y/o escudo de la ruta en blanco. (Recorte de película reflejante grado diamante) cuando el destino de la señal indicaba algún servicio, se utiliza fondo azul (película reflejante grado diamante) leyenda, flecha, filete y/o símbolo de algún servicio en blanco

Para las señalizaciones de SERVICIOS se colocó película reflejante de alta intensidad fondos de color azul, y los símbolos, leyendas y filetes en color blanco de película reflejante de alta intensidad.

Las dimensiones de las leyendas, símbolos, escudos, anillos y filetes de las señalizaciones deben apegarse al Manual de Dispositivos para el Control de Transito en Áreas Urbanas y Suburbanas de SETRAVI.

Señalización Vertical Tipo 2 ó Bandera.

El poste de esta señalización, se construye con monten de doble canal de 15 x 15 cm soldados entre si con cordones de soldadura de 5 cm de longitud y separados aproximadamente 30 cm, con brazos de PTR de 10.1 x 7.6 cm soldados al poste. La longitud y altura de los postes deben cumplir con las normas de setravi y las placas base de los postes son de acero de 40 x 40 x 1.91cm.

Inicialmente se trasladan los postes para las señalizaciones tipo 2 (bandera) y las láminas galvanizadas con señales al lugar donde se colocaran.

Se fijaran las señales a los brazos de los postes con tornillos galvanizados con rondana de presión y tuerca. Una vez colocadas las señales, se verifica que sean las adecuadas en lugar de la fijación.

Una vez vestidos los postes, se inicia su colocación, izándolos con la ayuda de una pluma. Se hacen coincidir las perforaciones de la placa del poste con los pernos ahogados del parapeto.

Posteriormente se colocan las rondanas y las tuercas indicadas. El apriete de las tuercas se realiza de manera alternada, para conservar la verticalidad de la señalización. La verticalidad de la señalización se verifica con la ayuda de plomadas. Posteriormente se colocan las rondanas de presión y las tuercas, el apriete de éstas se hace de manera alternada con la finalidad de conservar la verticalidad de la señalización.

Señalización horizontal (sobre pavimento).

El trazo de las señalizaciones y líneas sobre el pavimento se realiza con ayuda de la estación total o teodolito, o en su caso con cinta metrica.

Se verifica con la estación el trazo de la señalización y las líneas, que correspondan a las indicadas en vialidades como son: Líneas Continuas

(Separadora de carril M4). la dimensión es de 10cm de ancho.

Líneas Discontinuas M4.- las dimensiones son 10 cm de ancho, 2.5 m de longitud y separación entre ellas de 5.0 m;

Líneas de Alto M8.- 60 cm de ancho;

Línea de paso de peatones M9.- 40 cm de ancho;

Línea continua doble M3.- 10 cm de espesor cada línea y separadas entre si a 10 cm, para las flechas indicadoras del sentido de la circulación F28 y las leyendas de carril exclusivo. Posteriormente al trazo se proce a la colocación de la pintura, la cual es de color blanco con reflejante 100% acrílica a base de agua, sin contenido de plomo.

Vialetas.

Las Vialetas se localizan con ayuda de la unidad total. Previamente a su colocación se revisa que la superficie se encuentre seca y exenta de materias extrañas. Para la limpieza de las superficies y las Vialetas se utiliza agua a presión.

Previo a su colocación, se indica su ubicación mediante un marcado en el pavimento o las estructuras.

Una vez marcado el sitio de colocación, se procedió a la preparación del adhesivo (resina) epóxico de aplicación en frío y secado inmediato. Los elementos que integran la resina se colocaron en la cantidad suficiente al volumen de la obra, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

El adhesivo epóxico se coloca en la parte inferior de la vialeta , una cantidad suficiente, según producto de fabricante.

Se fija la vialeta presionando firmemente . La superficie reflejante se orientó de acuerdo al sentido contrario de circulación de los vehículos.

El tiempo de secado se determinó de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y las condiciones ambientales. Sin embargo no se permite el tránsito sobre las vialetas antes de una hora

Cuando se requiera elementos de sujeción en lugar de adhesivo epóxico, para la sujeción de las vialetas, se perforan orificios en la superficie del pavimento o estructura de tal forma que las vialetas queden orientadas al sentido de la vialidad.

Detalles finales, (guarniciones, banquetas, jardinería).

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

Guarniciones y Banquetas.

Estas son colocadas bajo el puente a lo largo de las pilas para su protección y se trazan con ayuda del teodolito, así como un nivel fijo, para la verificación de niveles.

Las guarniciones cuentan con 50cm de altura, de los cuales 25cm quedaran visibles, como luz de guarnición.

Tienen una base de 20cm y una corona de 15cm, el concreto utilizado es de

$f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$.

Las banquetas se refuerzan con malla electrosoldada 6-6/10-10, y se coloca concreto hidraulico con un espesor de 10 cm., y una resistencia a la compresión de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$., con un acabado tipo estampado, para la construcción

de banquetas es necesario realizar la renivelación del terreno, extracción y/o cortes de raíces de los árboles,

Jardinería.

Para dar inicio a las actividades de sembrado de especies vegetales, se llevó a cabo la limpieza del área, con la finalidad de retirar todo tipo de material de desperdicio (concreto, acero, madera, basura, etc.).

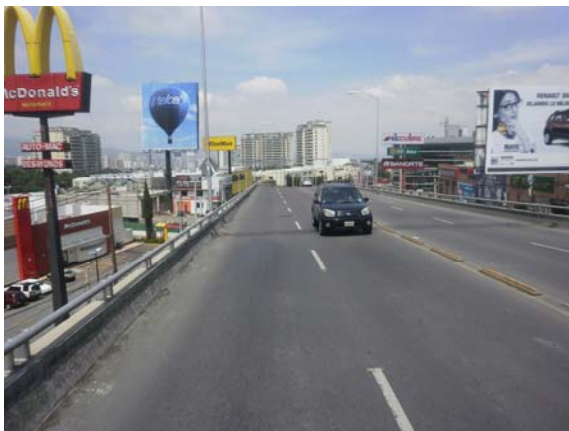
Previo al inicio de las actividades de plantación de especies vegetales y composición de áreas verdes, se verifica que las banquetas y guarniciones se encuentren totalmente terminadas

Una vez que se ha retirado todo el material de desperdicio, se procedió a la preparación del terreno, se coloca una capa de 20 cm de tierra vegetal o tierra fértil, posteriormente se inició la plantación de pasto en rollo y varias plantas las cuales una vez plantadas se realizó un riego con agua suficiente para garantizar su adaptación al terreno.

Limpieza general

Finalmente, la limpieza general se hará en todas las zonas donde se ejecutaron los trabajos referentes a la construcción del puente, al inicio y al final de la ejecución de los trabajos, dejando el área de trabajo completamente limpia de materiales, escombros, desperdicios, etc., y dejarla lista para su operación.

Fotografías del puente vehicular Carlos Echanove El olivo “concluido”



Parte superior del puente

Fotografías del puente vehicular Carlos Echanove El olivo “concluido”



Rampas de ascenso y descenso



Bajo puente, y areas verdes

CAPITULO V CONTROL DE CALIDAD

El Control de Calidad, se lleva a cabo de acuerdo a los requisitos establecidos por la Dependencia., para el Puente Carlos Echanove –El Olivo en cuanto a Proyecto, Especificaciones y Materiales. El Plan de control de calidad se estableció para que tenga como resultado la obtención de un producto terminado que cumpla con la calidad solicitada.

Para ello se lleva el control con documentos, y/o formatos de modificaciones de los trabajos de la obra, avances, rendimientos y las pruebas de Calidad de los materiales que se utilizan.

Se da seguimiento al Programa de Suministro de Materiales, verificando su calidad, en su proceso de fabricación y colocación, así como tiempos de entrega de acuerdo al programa de suministros, con esto poder evitar atrasos considerables que afecten el avance de la obra.

De acuerdo a los controles descritos anteriormente se rechazan los trabajos que no cumplen con las especificaciones de proyecto, autorizando los trabajos que si cumplen con dichas especificaciones y con los tiempos determinados en el programa general de obra

En este capitulo hablaremos de la calidad del concreto, mortero acero, soldadura y apoyos de neopreno que son los materiales mas usados en la obra.

V.1. Concreto Hidráulico.

Estas especificaciones regirán los requisitos mínimos que deberán cumplir los materiales, procesos, procedimientos de elaboración y ejecución, que son necesarios para la construcción de elementos y estructuras de concreto del proyecto.

Están sustentadas y que deben cumplir en orden de prioridad en las siguientes Normas

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus respectivas Normas Técnicas complementarias (RCDF-04).

Especificaciones para el Proyecto y Construcción de las Líneas del Metro de la Ciudad de México (Capítulo 4.01.01.002 - COVITUR).

Normas Mexicanas (NMX).

Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM).

En estas especificaciones se aplicaron las definiciones que emplean los reglamentos del Instituto Americano del Concreto (AC I-318-1999), y La Asociación Americana de Carreteras Estatales y de Transportación Oficial

(A A S H T O 1999, 19a Edición).

Los materiales que se emplean en la elaboración de concreto hidráulico serán: Cemento Pórtland, agregados finos y gruesos seleccionados, agua y aditivos, aprobados por la Dirección de la Obra.

El control de calidad de los materiales empleados, se efectuará por un laboratorio, que esté calificado para efectuar las pruebas de control. La calidad del concreto colocado, se verificará en un laboratorio acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación (E M A).

Cemento Pórtland

El cemento Pórtland utilizado será cualquier tipo de cemento que cumpla con la característica especial BCH y/o RS de acuerdo con la norma NMX-C 414-OONCCE-1999 (tipo II de acuerdo con la norma ASTM-C-150-2000) y con las especificaciones de las Normas Mexicanas (NMX), referente a su calidad, almacenamiento, inspección muestreo y demás requisitos para su aprobación. El tiempo máximo de almacenamiento no excederá de (8) ocho semanas.

Agregados

Los agregados utilizados cumplirán con las especificaciones señaladas por las Normas Mexicanas (NMX), dichos agregados se obtendrán de los bancos o depósitos aprobados previamente y serán seleccionados solo aquellos que cumplan con los parámetros especificados en Normas Base. Se excluirán los agregados andesíticos. El contratista deberá efectuar su clasificación por tamaños, de acuerdo al tipo de concreto solicitado. Se efectuarán muestreos periódicos a los agregados provenientes de los bancos, a fin de comprobar su uniformidad o variaciones en sus características que pudieran modificar o anular su utilización. Para los muestreos periódicos se tomara una muestra al inicio del suministro, por banco y tipo de material y posteriormente al menos una muestra por mes por tipo de material y por banco.

Los agregados gruesos serán del tipo calizo o basáltico y cumplirán con las especificaciones de la norma NMX-C-111-1988 y con los valores de densidad, absorción y abrasión siguientes:

Densidad 2.5 Mínimo
Absorción 1.5% Máximo

El contenido máximo de material fino que pase la malla No. 200 en los agregados será el indicado a continuación y en ningún caso excederá del 10 %.

PROPIEDAD	REGLAMENTO			
	CLASE 1	CLASE 2	ARENA	MÁXIMO(1)
MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA No. 200 EN LA ARENA, PORCENTAJE MAXIMO, EN PESO.	10	10	-	-
CONCRETOS SUJETOS A ABRASION	-	-	3.0	5.0
CONCRETOS PRESFORZADOS	-	-	3.0	5.0
OTROS CONCRETOS	-	-	3.0	5.0
CONTRACCION LINEAL DE LOS FINOS QUE PASAN LA MALLA No. 40	2	3	-	-

(1) RECOMENDABLE CUANDO EL MATERIAL FINO NO ES FUNDAMENTALMENTE ARCILLOSO.

Agua

El agua a utilizar en la elaboración y curado del concreto, deberá ser limpia, ya sea potable o tratada y deberá cumplir con lo indicado en la norma mexicana NMX-C-122-1982.

Aditivos

En todos aquellos elementos estructurales en los que el proyecto indique el uso de concreto clase I colado en sitio o premezclado deberá usar un aditivo fluidizante que permita el manejo adecuado de la mezcla durante el colado. Se deberá tener cuidado de hacer un diseño de mezcla, tal que considere la presencia de este aditivo a fin de no provocar una disminución de la resistencia solicitada en proyecto. El uso de otros aditivos para el concreto deberá contar con la autorización de la Dirección de la obra, siempre y cuando su uso se justifique plenamente, ya sea por indicaciones en planos, o por causas de fuerza mayor. Dichos aditivos deberán cumplir con lo señalado en las especificaciones de las Normas Mexicanas.

Elaboración del concreto.

Para la elaboración del concreto premezclado y hecho en obra, así como los requisitos de calidad se deberá cumplir con lo establecido en la Norma NMX-C-403-ONNCCE-1999, así como las indicadas al inicio de este capítulo, con las modificaciones y adiciones indicadas a continuación:

A) Proporcionamiento de las mezclas.

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

La resistencia (f'_c) de los concretos será especificada en los planos, refiriéndose a la resistencia que deberá obtener el espécimen de ensaye a los 28 días de elaborado el concreto. Dicha resistencia se dará en kg/cm².

Los concretos a utilizar tendrán las siguientes resistencias, excepto en el elemento que indique otra resistencia.

Resistencia del concreto	Elemento
$f'_c = 100 \text{ kg/cm}^2$	Plantillas
$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$	Pilas
$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$	Cimentaciones
$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$	Columnas
$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$	Cabezal
$f'_c = 400 \text{ kg/cm}^2$	Trabes presforzadas
$f'_c = 100 \text{ kg/cm}^2$	Firmes
$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$	Conexión zapata-columna
$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$	Conexión trabe-columna

Estos concretos quedan clasificados en:

Concreto clase 1. Cuando la resistencia especificada sea igual o mayor a 250 kg/cm².

Concreto clase 2. Cuando la resistencia especificada sea menor a 250 kg/cm².

Y tendrán que cumplir con lo especificado por el (RCDF-04), para estas clases de concreto. En el caso de la subestructura, cuando así lo indique el proyecto (plantillas), se permitirá el uso de concreto clase 2, aún cuando su resistencia sea igual o mayor a 250 kg/cm².

B) Dosificación.

La dosificación de las mezclas deberá cumplir con lo indicado en el ACI-304-1993 y en el ACI-211.1-1991. Las cantidades de cemento, agregados y agua, serán determinados por peso. Los dispositivos para pesar serán verificados cada 90 días mediante el representante de la *supervisión* o lo que las Normas indiquen.

Los aditivos se añadirán con el procedimiento y tiempo de mezclado aprobados.

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

C) Transporte.

El equipo de transporte debe ser el adecuado según ACI 304 y aprobado, por

la Dirección de la Obra, dentro de los siguientes sistemas:

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

Canales y tubos. Estos se dispondrán de tal manera, que se prevenga cualquier segregación y/o clasificación de los materiales. El ángulo de caída de la mezcla será, el adecuado para permitir el flujo, sin provocar velocidades excesivas que propicien la clasificación de los materiales, si es necesario pueden establecerse tramos intermedios en los canales o tubos. Los canales pueden ser de metal, madera forrada con lámina metálica o de cualquier otro material previamente autorizado por la *supervisión*.

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

Cualquier otro método de transporte de concreto, deberá ser aprobado por el representante de la *supervisión*.

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

Los sistemas de transporte deberán ser lavados en cada nuevo proporcionamiento del concreto y al finalizar el tramo de trabajo.

D) Colocación del concreto.

El contratista deberá dar aviso y obtener por escrito la aprobación de la *supervisión*, antes de efectuar el colocado de cualquier elemento. El representante de la *supervisión* deberá verificar las dimensiones, desplantes, solidez y demás requisitos de los moldes y obra falsa, la correcta colocación y firmeza del acero de refuerzo, la colocación de anclas y otros soportes, los ductos para las instalaciones que se establezcan en proyecto, etc. El aviso deberá ser dado por el contratista con una anticipación de 24 hrs. como máximo.

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

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

El concreto no se vaciará hasta que el sitio que ocupará esté libre de agua o

cualquier otro material extraño, y se tenga la aprobación del representante de la *supervisión*.

Se efectuarán colados en contacto con el terreno natural, solo cuando el terreno haya sido preparado según las instrucciones del representante de la *supervisión*.

El colado de elementos estructurales de eje vertical, tales como columnas, muros, etc., se efectuará de la manera siguiente:

La mezcla se vaciará colocándola en capas horizontales continuas de 25 a 30 cm. de espesor (nunca se excederá la penetración efectiva del vibrador).

Cada capa se acomodará y compactará en toda su profundidad para obtener un concreto que llene completamente los moldes y cubra en forma satisfactoria el acero de refuerzo. Cuando por razones de emergencia o caso fortuito sea preciso interrumpir la continuidad de una de las capas por más de una (1) hora, se colocará una cimbra para formar una junta de construcción.

Si la mezcla se colocara desde una altura mayor a tres (3) metros, deberán tomarse precauciones especiales, tales como el uso de deflectores y/o tuberías adecuadas. No se permitirá amontonar la mezcla para posteriormente extenderla dentro de los moldes.

A fin de evitar que se marquen juntas así como evitar discontinuidad entre las capas, éstas se deberán colar en forma continua una vez que la anterior haya sido colocada y compactada; y antes de que inicie su fraguado. El tiempo máximo entre la colocación de una capa y la precedente será de treinta (30) minutos.

El colado de elementos de eje horizontal, tales como vigas, losas, pisos, etc., se efectuarán de la manera siguiente:

La mezcla se vaciará por frentes continuos, cubriendo toda la sección del elemento, no se dejarán colar la mezcla de alturas mayores de 1.50 m, ni se permitirá amontonarla, para después extenderla en los moldes; el colado será continuo hasta la terminación del elemento o hasta la junta de construcción que fije el proyecto y/o lo ordene el representante de la *supervisión*; el tiempo máximo entre un vaciado y el siguiente, será de treinta (30) minutos.

E) Colados con temperaturas altas.

No se colocará concreto cuando la temperatura ambiente exceda de 32 grados centígrados. En caso de persistir ésta, el contratista someterá a la aprobación de la *supervisión* un método de colado apropiado.

F) Curado del concreto.

Para el curado del concreto referirse a lo indicado en Normas Base, y en las modificaciones y adiciones siguientes.

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

El concreto elaborado con cemento tipo II, deberá ser curado por un periodo que se adapte a las condiciones del lugar, pero no menor a cuatro (4) días.

Los aditivos o membranas utilizadas para curar el concreto deberán ser aprobadas por la Dirección de la obra y cumplirán las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas.

El curado con vapor deberá ser aprobado por la *supervisión*, siempre y cuando se justifique plenamente. De preferencia se utilizarán bajas temperaturas de vapor por periodos largos de tiempo a presión atmosférica.

V.1.1. Concreto Premezclado.

Es el concreto hidráulico dosificado y mezclado por el fabricante y que se entrega al comprador para su utilización en estado plástico no endurecido.

El concreto premezclado deberá cumplir con las especificaciones listadas anteriormente y las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas (NMX)

Datos para pedidos.

Los pedidos de concreto premezclado, deberán incluir como mínimo los datos siguientes:

- Cantidad de concreto fresco, expresada en metros cúbicos.
- Resistencia especificada y edad a la que se obtendrá.
- Clase de concreto.
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Revenimiento en el sitio de la entrada.
- Contenido de aire.
- Tipo de cemento utilizado.
- Aplicación y tipo de aditivo usado.
- Horario de salida de la planta y llegada a la obra.

Aceptación de la planta y control de calidad del concreto.

El control de calidad y la aceptación de la planta de premezclado, se efectuarán por el laboratorio de la *supervisión*, para lo cual este último visitará e inspeccionará las instalaciones del fabricante. También, aprobará a los fabricantes propuestos por el contratista en caso de cumplir con todas las especificaciones indicadas en Normas Base en la elaboración del concreto.

Pruebas en el concreto.

Para los requisitos de calidad del concreto, se deberán satisfacer los requisitos

señalados en las Normas Base citadas, y con las modificaciones y adiciones siguientes:

A) Generalidades.

Concreto fresco es aquel que no ha alcanzado su fraguado inicial, que se define como el lapso que transcurre desde que se agrega agua a la mezcla y hasta que alcanza una resistencia a la penetración igual a treinta y cinco (35) kg/cm², determinado conforme al método estipulado por la prueba ASTM-C-403-1999 (NMX-C-177-1986).

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

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

B) Tamaño máximo del agregado.

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

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

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

C) Consistencia.

Las mezclas de concreto deberán diseñarse con el revenimiento más bajo que pueda usarse, según el tipo de elemento a colar. En ningún caso los revenimientos podrán exceder de los siguientes:

Zapatas y muros de cimentación: 10 cm.

- Vigas y muros reforzados: 10 cm.
- Columnas reforzadas: 10 cm.
- Pavimentos y losas reforzadas: 6 cm.
- Pavimentos y revestimientos simples: 6 cm.
- Concreto en masa: 6 cm.
- Elementos presforzados: 10 cm.

Todos los revenimientos aplicarán antes de agregar aditivo superfluidificante. Cuando se trate de colados sumergidos, deberán realizarse ensayos previos de los materiales disponibles, con objeto de conocer el revenimiento más bajo posible con el que la mezcla de concreto podrá fluir y adecuarse a las condiciones del sitio de colado.

Las tolerancias de revenimiento para la aceptación o rechazo del concreto serán las siguientes:

Para revenimientos especificados menores de 5 cm.	+/- 1.5 cm.
Para revenimientos especificados de 5 a 10 cm.	+/- 2.5 cm.

D) Peso volumétrico en estado fresco.

El peso volumétrico del concreto en estado fresco determinado de acuerdo al método de prueba de la norma NMX-C-162-ONNCCE-2000, será superior a 2,200 kg/m³ para el concreto clase 1, y para el concreto clase 2, debe estar comprendido entre 1,900 y 2,200 kg/m³; y la frecuencia del control, deberá cumplir con lo asentado en el (RCDF-97, 11.3.2).

E) Relación agua-cemento.

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

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

F) Temperatura.

La temperatura del concreto será sujeto a control cuando se efectúen colados a temperaturas extremas o en grandes masas según norma ASTM-C-1064-1999. Temperaturas límites, mínima 16°C y máxima 32°C.

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

Alternativamente los colados se podrán efectuar de noche, en las horas de más baja temperatura. Así mismo los bultos de cemento para la elaboración del concreto se almacenarán dentro de una bodega o cobertizo. No se permitirá que estén bajo la acción directa del sol o cubiertos solo con una lona o material similar.

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

G) Fraguado.

El fraguado inicial del concreto es el lapso transcurrido desde el momento en que se agrega el agua a la mezcla, hasta que el concreto adquiere la rigidez correspondiente a una resistencia a la penetración de 35 kg/cm² determinada conforme lo estipulado en la prueba ASTM-C-403-1999 (NMX-C-177-1986).

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

H) Resistencia del concreto.

Resistencia a compresión es el esfuerzo de ruptura del concreto endurecido, que se obtiene en especímenes cilíndricos estándar, ensayados a compresión axial, expresada en kg/cm². De acuerdo al método de prueba de la norma NMX-C-083-1997-ONNCCE.

Salvo especificación contraria, todos los ensayos se efectuarán a los veintiocho (28) días de edad del concreto para concreto normal y a catorce (14) días para concretos de resistencia rápida.

Los planos deberán especificar la resistencia a compresión (f'_c). El informe de la prueba de cada espécimen deberá incluir los siguientes datos cuando menos:

- Número de identificación.
- Obra de procedencia y lugar del colado.
- Planta mezcladora y número del camión muestreado cuando se trate de concreto premezclado.
- Diámetro y altura del espécimen, si no es estándar, en cm.
- Área de la sección transversal en cm².
- Carga máxima en kg.
- Resistencia a compresión en kg/cm².
- Tipo de falla cuando no se presenta el cono usual.
- Defectos observados en el espécimen o en las cabezas.
- Edad del espécimen en días.
- Revenimiento de la muestra en cm.
- Clase del concreto.

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

-Concreto clase 1

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

- Como muestra individual, el concreto debe cumplir por lo menos con la resistencia especificada (f_c), menos 35 kg/cm².

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

Concreto clase 2

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

- Como muestra individual, el concreto debe cumplir por lo menos con la resistencia especificada (f_c) menos 50 kg/cm².

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

Cuando el número de pruebas es insuficiente para calcular el promedio de pruebas consecutivas establecidas según la calidad del concreto, el promedio de los resultados obtenidos debe ser igual o mayor que las cantidades indicadas a continuación:

No. de pruebas	Valores de resistencia en kg /cm ²	
	Concreto clase 2	Concreto clase 1
1	$f_c - 50$	$f_c - 35$
2	$f_c - 28$	$f_c - 13$
3	$f_c - 17$	f_c
4	$f_c - 11$	
5	$f_c - 7$	
6	$f_c - 6$	
7	f_c	

I) Pruebas de corazones.

Si las pruebas individuales de muestras curadas en el laboratorio producen resistencias menores a ($f_c - 50$ kg./cm²) para concreto clase 2, y ($f_c - 35$ kg./cm²) para concreto clase 1, y/o las pruebas de los cilindros curados en campo indican deficiencias de protección y curado, y se confirma que el concreto es de baja resistencia, deben probarse especímenes extraídos de la zona de duda, de acuerdo al método de prueba indicado en la norma

NMX-C-169-1996-ONNCCE.

Deben tomarse tres corazones para cada resultado de prueba de cilindros que esté por debajo de la resistencia permisible; si el concreto de la estructura va a estar seco durante las condiciones de servicio, los corazones deben secarse al aire durante 7 días antes de la prueba y deben probarse secos. Si el concreto de la estructura va a estar más que superficialmente húmedo durante las condiciones de servicio, los corazones deben sumergirse en agua por lo menos durante 48 horas y probarse húmedos.

El concreto de la zona representada por los corazones se considera estructuralmente satisfactorio, si el promedio de los tres corazones es de por lo menos el 80% de la resistencia especificada (f'_c) y si la resistencia de ningún corazón es menor que el 70% de la resistencia especificada (f'_c).

Se permite probar nuevos corazones de las zonas representadas por aquellas que hayan dado resistencias erráticas.

Si la resistencia de los corazones ensayados no cumplen con el criterio de aceptación que se ha descrito, la Dirección de la obra podrá autorizar la realización de pruebas de carga o tomar las medidas que considere adecuadas.

J) Módulo de elasticidad.

Deben tomarse cilindros adicionales para la determinación del módulo de elasticidad del concreto, de acuerdo al método de prueba descrita en norma NMX-C-128-1997-ONNCCE.

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

K) Frecuencias de pruebas.

Deberán realizarse determinaciones de la calidad del concreto y sus componentes mediante los ensayos correspondientes, según el tipo de elemento, cada vez que la dirección de la obra lo solicite; pero con una frecuencia no menor a la señalada a continuación:

<i>PRUEBA</i>	<i>FRECUENCIA</i>
Consistencia de las mezclas mediante prueba de revenimiento	1 prueba por unidad de concreto premezclado por cada 5 m ³
Peso volumétrico en estado fresco	1 prueba por día, por planta, por tipo de concreto, pero no menos de una prueba por cada 20 m ³ .
Resistencia a la compresión	5 cilindros por cada 40 m ³ o fracción
Resistencia a la flexión (módulo de ruptura)	3 vigas cada 40 m ³ o fracción (especialmente en pavimentos).
Módulo de elasticidad	1 prueba por mes, por planta, por tipo de concreto
Cemento	1 prueba por mes, por tipo de cemento
Agregado para concreto	1 prueba por mes, por planta
Agua para concreto	1 muestra al inicio del suministro por planta.
Temperatura *	Una prueba por cada 40 m ³ o fracción para concreto premezclado, o una por día de colado para concreto hecho en obra
Contenido de Aire **	Una prueba por cada entrega para concreto premezclado, o por cada 5 revolturas para concreto hecho en obra.
Contracción por secado y coeficiente de deformación diferida.	Al inicio de obra y en cada cambio de diseño de mezcla para cada tipo de resistencia.

* Si la temperatura ambiente es menor de 7 °C o mayor de 32 °C.

** Cuando el proyecto solicite concreto con aire incluido.

V.1.2.Concreto Preesforzado

Materiales

Los materiales para la elaboración de elementos de concreto, preesforzado y precolado, ya sea en planta o a pie de obra, deberán cumplir los requisitos mencionados anteriormente en esta misma especificación.

Concreto

El concreto a utilizar en elementos preesforzados tendrá la siguiente resistencia:

Concreto pretensado: $f'_c = 250 \text{ kg./cm}^2$ o el indicado en planos se deberá considerar el uso de aditivo superfluidificante.

Mortero para inyección

Los morteros para inyectado se harán empleando cemento Portland tipo II, aditivo estabilizador de volumen y agua, en donde su relación agua-cemento no exceda de 0.45, ni que el sangrado del dos (2) por ciento después de tres (3) horas de colado o un máximo de cuatro (4) por ciento cuando su medición se haga en laboratorio.

No se aceptará ningún aditivo que contenga cloruros o sulfatos y el empleo de cualquier otro requerirá de la aprobación de la Dirección de la Obra.

Elaboración

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

Es obligación del contratista que durante la ejecución de los trabajos o la obra, disponga de los servicios de un técnico especializado con el perfil en el manejo de concreto preesforzado y el sistema a utilizar, para supervisar las diferentes etapas de fabricación, la inspección en el manejo y montaje de todos los elementos estructurales y/o sus partes que lo componen.

Es obligación del contratista facilitar el acceso a la planta o lugar de fabricación, al personal representante de la *supervisión* para que verifique el cumplimiento del proyecto, como los procedimientos de construcción, efectuar el muestreo y las pruebas que se consideren necesarias.

V.1.3. Morteros con Aditivos Estabilizadores o Expansores.

Esta sección de la especificación, trata de los materiales, su elaboración y el proporcionamiento para los morteros que se usarán como relleno bajo superficies horizontales y para el relleno de huecos que alojarán anclas.

Materiales

El cemento, agregados, agua y aditivos, deberán cumplir los requisitos de estas especificaciones.

Cuando se utilicen aditivos expansores o estabilizadores, su proporcionamiento se sujetará a las especificaciones y/o recomendaciones del fabricante.

El agregado fino deberá cumplir con las especificaciones de la Norma

ASTM - C33-2001 (NMX-C-111-1988) y el agregado será graduado y de bordes redondeados, conforme se indique en los planos y previa autorización del representante de la *supervisión*. El porcentaje de material que pase la malla No. 200 no excederá del cinco (5) por ciento.

Elaboración de los morteros.

La mezcla del mortero se elaborará en máquinas revolvedoras de la capacidad adecuada, cuyas características serán previamente aprobadas por el representante de la *supervisión*. El mezclado a mano no se permitirá.

Previo a su colocación la superficie que recibirá el mortero deberá estar completamente limpia, dejándola rugosa.

Los huecos para los pernos o anclas, deberán ser limpiados inmediatamente antes de colocar la placa en posición, y antes de colocar el mortero entre las superficies, se limpiará nuevamente y humedecerá en su totalidad; los huecos de las anclas a rellenar, deberán estar libres de agua.

El mortero deberá estar colocado en su sitio dentro de los treinta (30) primeros minutos posteriores a su mezclado. El mortero debe colocarse utilizando una varilla de diámetro adecuado o cualquier otro método autorizado por el representante de la *supervisión*, siempre y cuando dicho mortero llene completamente el espacio.

En todos los casos el mortero deberá ser trabajado por un lado determinado y en una sola dirección, manteniendo una secuencia que evite la formación de vacíos. Los morteros con aditivo expansor no deberán ser vibrados.

Deben ser colocadas y fijadas cimbras alrededor de la placa base y al nivel de la parte superior de ella; el espacio entre la cimbra y la placa base será de setenta y cinco (75) milímetros, y si es necesario en el sitio se definirá la distancia exacta.

Las aristas expuestas del mortero se achaflanarán en ángulo de cuarenta y cinco (45) grados.

La cimbra no se removerá antes de veinticuatro (24) horas después de colocado el mortero y se mantendrá húmedo por un período de cinco (5) días.

Proporcionamiento

La resistencia mínima nominal de los morteros será de 450 kg/cm² a los veintiocho (28) días, excepto donde los planos indiquen lo contrario.

Para rellenar superficies donde la dimensión libre mínima es de cincuenta (50) milímetros, el mortero tendrá un proporcionamiento de 1:1.25:1.75 en peso. Su trabajabilidad deberá ser medida mediante el cono de revenimiento y estará entre los cien (100) y doscientos (200) milímetros. Cuando la dimensión libre entre superficies de contacto sea menor de cincuenta (50) milímetros, el mortero tendrá un proporcionamiento en peso de 1:1.

En ocasiones se usará mortero seco añadiendo a la mezcla, agua suficiente para que el revenimiento no exceda los cinco (5) milímetros. Para dimensiones menores de setenta y cinco (75) milímetros el proporcionamiento de la mezcla será de 1:2 y para dimensiones mayores de setenta y cinco (75) milímetros, la

proporción de la mezcla será de 1:1:2 con un solo tamaño de agregado grueso de diez (10) milímetros.

V.2. Acero de Refuerzo

Acero de refuerzo es el que se coloca ahogado en la masa de concreto para soportar los esfuerzos generados por cargas, contracción por fraguado y cambios de temperatura.

Todo el acero de refuerzo grado estructural cumplirá con las especificaciones de la norma ASTM-615 grado 42 o Norma Oficial Mexicana NMX-C407-ONNCCE-2001, en cuanto a dimensiones, corrugaciones, masa unitaria, requisitos mecánicos, acabados y demás requisitos contenidos en las mismas.

Materiales

Los materiales necesarios para el habilitado y colocación del acero de refuerzo, deberán cumplir con lo especificado en los planos, así como las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y NMX-C407-ONNCCE-2001.

En cuanto a la composición química del acero empleado en la fabricación de varillas, y respecto al análisis del colado, el contenido de fósforo en el acero no debe exceder de 0.050%, además el contenido de fósforo en la varilla no debe de exceder a 0.062%, en masa. El fabricante debe proporcionar por colada el contenido de carbono, manganeso, fósforo, azufre y carbono equivalente.

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

El acero de refuerzo, debe llegar a la obra sin oxidación perjudicial; así como exento de aceite o grasas, quiebres, escamas, hojeaduras y deformaciones de la sección. Deberá almacenarse bajo cobertizos y clasificarse según su tipo y sección, protegiéndolo contra la humedad y alteración química.

El contratista presentará la documentación que avale la calidad del acero de refuerzo suministrado a la obra incluyendo análisis químicos y características físicas. El representante del comprador, debe tener libre acceso, al material y a las plantas de fabricación para que se cerciore que la producción este conforme a las normas indicadas en este documento.

Se verificará la calidad del acero de refuerzo conforme a la norma NMX-C407-ONNCCE-2001, siguiendo los procedimientos de muestreo, en planta y por lote, indicados; también se aplicarán los métodos de pruebas definidos para cada muestra. Toda muestra debe cumplir con los requisitos químicos, dimensionales, de corrugaciones, masa, mecánicos y de acabado especificados en estas normas mexicanas.

Habilitado.

Las varillas deberán corresponder a las clases, diámetro y número indicados en planos.

Todo el acero deberá estar sujeto con amarres de alambre recocido o con el tipo de sujeción que se especifique. Los separadores para dar el recubrimiento al acero, serán silletas de acero o piezas manufacturadas para tal fin; no se permitirá el uso de gravas, trozos de madera o pedazos de metal diferente del acero de refuerzo.

La sustitución de diámetros o grado de refuerzo, solo se permitirá con la autorización de la *supervisión*.

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

Los detalles de refuerzo para anclajes, traslapes y uniones soldadas deberán cumplir con lo indicado en planos.

Todas las varillas se doblarán en frío, observando que el doblez no produzca fisuramiento, laminación o desprendimientos superficiales. El doblado en caliente requerirá de la autorización de la *supervisión*; en ningún caso se calentará el acero de refuerzo a más de quinientos treinta (530) grados centígrados, si no está tratado en frío y no más de cuatrocientos (400) grados centígrados, en caso contrario. Por ningún motivo se permitirá que el acero de refuerzo calentado tenga un enfriamiento rápido.

Los empalmes serán de dos tipos, traslapados y/o soldados a tope y su uso será el que fijen los planos, además de observar lo siguiente:

- Salvo otra indicación, en una misma sección no se permitirá empalmar más del treinta y tres por ciento (33%) de las varillas de refuerzo.
- No deberán traslaparse varillas mayores del número ocho (8).
- En elementos sujetos a flexión, las varillas traslapadas sin contacto entre sí, no deben separarse más de veinte por ciento (20%) de la longitud de traslape ni más de 150 milímetros.
- La longitud de traslape de los paquetes de varillas será la correspondiente al diámetro individual de las varillas del paquete, incrementadas en veinte por ciento (20 %) para paquetes de tres (3) varillas y, treinta y tres por ciento (33 %) para paquetes de cuatro (4) varillas. Dentro del paquete, las varillas que lo forman no se traslaparán.
- Las juntas soldadas a tope deberán tener una resistencia de por lo menos ciento veinticinco por ciento (125 %) de la resistencia de fluencia de las varillas que se suelden. La soldadura para unir varillas de refuerzo debe realizarse de acuerdo a los lineamientos del código AWS (American Welding Society) vigente y Norma Oficial mexicana NOM-H-121-1998.
- Las varillas a tope se soldarán de acuerdo a los detalles que se indiquen en los planos.

Los electrodos serán serie E-90XX de bajo contenido de hidrógeno y se calificarán de acuerdo a la norma AWS D1.5.

En las uniones de varillas mayores al número ocho (8) que no sean soldadas; el contratista someterá a la *supervisión* el método a utilizar y para su aprobación el laboratorio deberá efectuar las pruebas necesarias.

Para controlar la calidad de las uniones soldadas en varillas del número ocho (8) o mayores, se deben realizar pruebas destructivas de tensión a por lo menos el 2 % de las juntas realizadas y pruebas radiográficas al 3 % de las uniones. Además, deben cumplir con la norma NOM-H-121.

Colocación

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

- La separación libre entre varillas paralelas de una capa, será de un diámetro de las mismas o 1.3 veces el tamaño máximo del agregado grueso, y nunca menor a veinticinco (25) milímetros.
- Cuando el refuerzo paralelo se coloque en dos o más capas, las varillas de las capas superiores deberán colocarse directamente arriba de las que están en las capas inferiores, a una distancia de veinticinco (25) milímetros.
- En muros y losas, excepto en losas nervadas, la separación del refuerzo principal no será mayor de tres (3) veces el espesor del muro o de la losa, ni mayor de cuatrocientos cincuenta (450) milímetros.

En columnas armadas con anillos o refuerzo helicoidal, la distancia libre entre varillas longitudinales no será menor que 1.5 veces el diámetro nominal de la varilla ni menor de cuarenta (40) milímetros. El arranque y final en los zunchos será de dos vueltas, los traslapes de vuelta y media.

Los paquetes de varillas no deberán contener más de cuatro (4), dispuestas en forma cuadrada o triangular para el caso de tres (3) varillas.

Todas las varillas de refuerzo se deberán recubrir con los espesores de concreto señalados en los planos estructurales; o en su defecto los que se indican a continuación:

A) Concreto colado " in-situ ".

- Colado en contacto con el terreno y permanente expuesto al mismo: 75 mm.
Expuesto al terreno o al intemperismo varillas No.6 al No. 12: 50 mm, varillas No. 5 y menores: 40 mm
- No expuesto al intemperismo ni en contacto con el terreno. Losas, muros y trabes: varillas No.12, 40 mm; varillas No.10 y menores, 20 mm. Vigas,

- trabes y columnas, refuerzo principal, anillos, estribos o espirales: 20 mm

B) Concreto precolado.

- Expuestas al terreno o al intemperismo; varillas No.12, 50 mm; varillas No.6 al No.10, 40 mm; varillas No.5 y menores, 25 mm.
- No expuesto al terreno o al intemperismo. Losas, muros y trabes: varillas No.12, 30 mm; varillas No.10, 15 mm. Vigas, trabes y columnas: Refuerzo principal, diámetro nominal de una varilla o alambre, pero no menor de 15 mm ni mayor de 40 mm; anillos, estribos o espirales, 10 mm; varillas No.5 y menores, 10 mm.

Tolerancias

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

- En los extremos de las trabes y vigas, la tolerancia se reduce a una (1) vez el diámetro.
- La posición del acero de refuerzo en zapatas, muros, trabes y vigas no excederá de 3 mm más el tres por ciento (3%) del peralte efectivo y no más de 5 mm en el recubrimiento, de lo indicado por el proyecto.
- La separación del refuerzo transversal en vigas, trabes y columnas, medidas según el eje del refuerzo, no excederá a la del proyecto en más de 10 mm, más el cinco por ciento (5%), ni serán menores en 3 mm más el tres por ciento (3%) de la dimensión en la dirección que se considera la tolerancia.
- El espesor del recubrimiento del acero de refuerzo en cualquier miembro estructural, no diferirá de la del proyecto en más de cinco (5) mm.
- La separación del acero de refuerzo en losas, zapatas y muros, respetando el número de varillas en una faja de un (1) metro de ancho, no diferirá de la del proyecto en más de diez (10) mm, más un (1) décimo de la separación indicada en los planos.

V.2.1. Acero de Preesfuerzo.

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

El acero de preesfuerzo se emplea como alambre solo o en torones o barras; los torones formados por siete (7) alambres, siendo uno (1) central y los seis (6) restantes envueltos firmemente en forma helicoidal, con un paso uniforme de doce (12) a dieciséis (16) veces el diámetro nominal del torón; y, las barras

de sección circular con una longitud de rosca en sus extremos suficiente para realizar su anclaje.

Los torones se clasifican en grados 176 (250 ksi) y grado 190 (270 ksi) y son de baja relajación, deberán cumplir los requisitos de las especificaciones de las normas ASTM A-416 y ASTM A-421, así como las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

De la misma manera las barras, se clasifican en grado 150 (10,500 kg/m²) o especial de grado 160 (11,250 kg/m²) y deberán cumplir con las normas ASTM A722 y ASTM A615, así como las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

Materiales

A) Acero de Preesfuerzo.

El contratista proporcionará a la *supervisión* los certificados de calidad que avalen las características del acero de preesfuerzo. Todo el acero de preesfuerzo deberá cumplir invariablemente con las especificaciones de las normas ASTM A-416, ASTM A-421 y/o NOM B-292.

Adicionalmente se debe controlar la calidad de los suministros mediante el ensaye de por lo menos una muestra por cada lote del acero de preesfuerzo.

Serán rechazados todos los alambres y/o torones que hayan sido desenredados. Todos los torones o alambres que se tensen a un mismo tiempo, serán tomados del mismo rollo.

Todo el alambre debe ser autodesenrollable, cuando una muestra de alambre de cinco (5) o siete (7) milímetros de diámetro y cinco (5) metros de longitud, se coloque libremente sobre una superficie plana, la flecha que forme no excederá de doscientos (200) milímetros.

El alambre que vaya a usarse en anclajes tipo botón, debe ser de calidad suficiente para permitir formar éste en frío.

El alambre a utilizar no debe llevar soldaduras o juntas. Cualquier unión que se hubiese efectuado en el proceso de fabricación del alambre deberá eliminarse.

Los torones deben tener un diámetro uniforme, no presentar defectos perjudiciales y tener un acabado compatible con una buena práctica de fabricación. No se permitirá que éstos estén aceitados o engrasados. Asimismo se deberá implementar una pista adjunta al molde en donde se realicen todas las actividades concernientes al corte y enhebrado del torón para evitar su contaminación considerando el periodo de lluvias. Una ligera oxidación, sin que haya causado picaduras visibles a simple vista, no será motivo de rechazo del material. Asimismo una vez tensados se deberán proteger para aplicar soldadura en áreas cercanas.

Tanto los alambres como los torones deberán identificarse con una etiqueta resistente y firmemente adherida en la que se indique la longitud, número de carrete, tamaño nominal y nombre o marca del fabricante.

B) Alambre y torones.

Todos los alambres o torones que vayan a ser tensados simultáneamente, serán tomados del mismo rollo original de fábrica.

Cada uno de los cables o torones, deberán identificarse con su respectivo número, así como el rollo de acero usado en cada caso. El cortado de los cables y torones, se efectuará con herramientas mecánicas aprobadas por la *supervisión*; el corte con soplete no se permitirá en ningún caso. No se permitirá soldar alambres o torones dentro de los sectores o longitudes de los mismos que vayan a quedar tensados.

C) Ductos y anclajes.

La lámina de acero que se utilice en la fabricación de ductos, será del espesor y características mostradas en los planos.

En lo posible, se evitarán las juntas en los ductos. Cuando esto se presente, los traslapes tendrán cuando menos trescientos milímetros (300 mm). En ductos adyacentes, se evitará la introducción de materias extrañas, mediante un buen sellado entre juntas y ductos, y de éste con el anclaje.

Los extremos de anclaje y ductos deberán protegerse de cualquier daño o deterioro, permaneciendo sellado hasta que los cables o torones sean enroscados y la fatiga de esfuerzo en los mismos empiece a manifestarse.

El anclaje y sus accesorios serán los mostrados en los planos y deberán identificarse mediante una etiqueta resistente y autoadherible, la que contendrá el tipo de anclaje y el número particular y/o general de la o las piezas que lo componen.

Salvo lo fijado en los planos y/o lo ordenado por la *supervisión*, para el manejo y colocación de los ductos, se tomarán en cuenta las siguientes indicaciones:

- Se verificará la hermeticidad de los ductos y sus accesorios a fin de impedir la entrada de agua o lechada de concreto.
- En la fabricación y colocación no deberán dejarse caer o arrastrarse, quedando en el lugar indicado por el proyecto.
- Se fijarán en la posición indicada en planos, mediante los amarres o tipo de sujeción aprobado, ya sea al acero de refuerzo y/o al molde. No se iniciará ningún colado hasta que la *supervisión* inspeccione y apruebe dicha posición.
- Los ductos serán fijados y alineados con una tolerancia de más-menos doce milímetros (12 mm) en tramos rectos y más-menos veinticinco milímetros (25 mm) en tramos con cobertura. Los anclajes se fijarán con una tolerancia de más-menos doce milímetros (12 mm), el espacio de

separación mínima entre dos (2) ductos contiguos será el señalado en los planos.

- Salvo lo ordenado en el proyecto y/o lo ordenado por la *supervisión*, el diámetro interior de los ductos deberán ser como mínimo, cuatro milímetros (4 mm) mayor que el diámetro del cable, pero no mayor de seis milímetros (6 mm).
- Se hará el menor número posible de juntas en los ductos, los que se traslaparán cuando menos trescientos milímetros (300 mm).
- Los ductos de aluminio no deberán ahogarse en el concreto estructural, a menos que se recubran adecuadamente o se pinten para evitar la reacción concreto aluminio, o la acción electrolítica entre el aluminio y el acero.
- Antes de la inyección de la lechada, los ductos deben mantenerse libres de agua si los elementos que van a inyectarse están expuestos a temperaturas inferiores al punto de congelación.

Aplicación del preesfuerzo

Salvo lo indicado en los planos y/o lo ordenado por la *supervisión*, para la aplicación del preesfuerzo se observarán las recomendaciones siguientes:

- Los gatos, manómetros y demás instrumentos necesarios para las operaciones de tensado, serán calibradas y certificadas al inicio de las actividades y posteriormente cada 3 meses, por un laboratorio acreditado. Se deberá implementar por cada pieza por fabricar una gráfica de elongación de torones (relación esfuerzo-deformación), la cual tendrá que ser revisada y aprobada por la *supervisión*.
- En elementos postensados, en ningún caso se hará el tensado inicial antes de que el concreto haya alcanzado cuando menos el ochenta por ciento (80 %) de la resistencia (f'_c) fijada en los planos y de haberse verificado que los cables deslicen libremente dentro de los ductos. En caso de trabes, el alma deberá estar en posición vertical y con la sujeción lateral necesaria.
- El tensado total se efectuará posterior a que el concreto alcance la resistencia (f'_c) total estipulada en los planos.
- Para aprobar el tensado de cada cable, deberá comprobarse la correspondencia de la fuerza aplicada con el alargamiento esperado en el extremo del cable. De no satisfacerse esta correspondencia el tensado se suspenderá hasta corregir las causas.
- Después de efectuado el tensado y dentro de un plazo no mayor de veinticuatro horas (24 hrs.), deberán llenarse los ductos correspondientes, inyectándoles a presión el mortero de cemento en la proporción fijada.
- En elementos colados en el lugar, la remoción de la obra falsa, solo podrá realizarse después de aplicado el preesfuerzo inicial o total, según se indique.

Habilitado, colocado y tolerancia.

Los ductos serán fijados y alineados con una tolerancia de más-menos doce milímetros (12 mm) en tramos rectos y más-menos veinticinco milímetros (25 mm) en tramos curvos. Los anclajes se fijarán con una tolerancia de más-menos doce milímetros (12 mm).

El espacio o separación mínima entre dos ductos contiguos, será el señalado en los planos.

Tanto los ductos como los anclajes deberán limpiarse antes de su instalación, y permanecer libres de cualquier material extraño, perjudicial a la adherencia del concreto o lechada. Los ductos se mantendrán limpios y tapados durante el lapso de su instalación, tensado e inyectado.

Antes del tensado, el contratista deberá demostrar a la *supervisión*, que los puntos de aplicación para la tensión de cables y torones se encuentran con entera libertad de movimiento.

V.2.2. Acero Estructural

Descripción general

La fabricación de las estructuras se regirán por las especificaciones de acero estructural y por las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

Todo acero estructural se ajustará a la especificación ASTM A-36, excepto donde se indique otro tipo. Todas las superficies expuestas para dar continuidad con soldadura sobre placas de base serán cepilladas. Todos los miembros serán fabricados en el taller con las dimensiones anotadas en los planos, de manera que no haya empalmes en campo excepto en los lugares específicamente indicados en los planos, salvo autorización escrito por la *supervisión*.

Todas las soldaduras se inspeccionarán por medio de radiografías, líquidos penetrantes o de algún otro procedimiento no destructivo, que permita tener la seguridad de que están correctamente aplicadas. Se deberá efectuar examen visual y corrección necesaria de todas las soldaduras que no cumplan con los requisitos indicados.

Accesorios

Las superficies que van a soldarse (bisel en placa, avellanados, y preparación de bulbos en varillas del N° 8, 10 y 12) deben estar lisas, uniformes y libres de rebabas, fisuras, grietas u otras imperfecciones que puedan afectar la calidad o resistencia de la soldadura.

Para el ensamble deben prepararse los detalles de la junta a fin de obtener la

posición más favorable para soldar, los miembros que van a unirse deben alinearse al máximo para disminuir las excentricidades.

Toda soldadura será ejecutada por soldadores que hayan sido calificados por un laboratorio acreditado al (EMA) Entidad Mexicana de Acreditación.

Se llevará a cabo una inspección continua con pruebas no destructivas sobre la soldadura elaborada en planta y en campo.

La clasificación de los electrodos para los procesos de soldadura serán acorde al metal base. Toda soldadura manual para el acero estructural será realizada con electrodos serie E-70xx que cumplan con la última edición de la especificación AWS A5.1 ó AWS A5.5 de la American Welding Society (AWS). Cuando sea requerido por la *supervisión*, el fabricante de los electrodos debe proporcionar un certificado en el que conste que los electrodos cumplen con los requisitos de la clasificación correspondiente.

V.3. Soldadura

No se ejecutará ninguna soldadura cuando las superficies estén mojadas o expuestas a la lluvia, a viento considerable o cuando los soldadores estén expuestos a severas condiciones ambientales.

Todas las soldaduras a tope serán de penetración completa, precalificadas, de acuerdo a lo indicado en manual "AISC".

Los procesos de soldadura manual que se usen estarán de acuerdo con el Structural Welding Code D1.1-75 su apéndice "E" y su revisión 1-76 de la American Welding Society (AWS). Los procesos permitidos son la soldadura de arco eléctrico con electrodo metálico recubierto y la soldadura al arco eléctrico sumergido. No se podrá usar la soldadura al arco eléctrico en gas inerte. Cualquier otro proceso deberá estar aprobado por escrito por la *supervisión*.

Los electrodos de bajo hidrógeno que cumplan con la especificación A5.1, se comprarán en empaques herméticamente sellados o se secarán durante por lo menos 2 horas a temperaturas desde 230°C (450°F) hasta 260°C (500°F) antes de que sean usados.

Los electrodos de bajo hidrógeno que cumplan con la especificación A5.5, se comprarán en empaques herméticamente sellados o se secarán durante por lo menos una hora a temperaturas desde 370°C (700°F) hasta 430°C (800°F) antes de que sean usados.

Los electrodos que se desempaquen o se retiren del horno de secado se almacenarán inmediatamente a una temperatura de por lo menos 121°C (250°F). Los electrodos E-70-XX que no se usen dentro de las cuatro horas siguientes después de haber abierto el empaque o haber sido retirados de los hornos, se secarán en la forma descrita. No se permitirá el uso de electrodos que hayan sido mojados o humedecidos.

El precalentamiento y la temperatura entre pasadas estará de acuerdo con la siguiente tabla:

PROCESO DE SOLDADURA	ESPESOR DE LA PLACA MAS GRUESA POR SOLDAR	TEMPERATURA MINIMA	
		°F	°C
Soldadura al arco eléctrico con electrodo metálico recubierto, usando electrodos que no sean de bajo hidrógeno.	Hasta ¾"	No se requiere*	
	Mayor de ¾" y hasta 1 ½"	150	66
	Mayor de 1 ½" y hasta 2 ½"	225	107
	Mayor de 2 ½"	300	150
Soldadura al arco eléctrico con electrodo metálico recubierto, usando electrodos de bajo hidrógeno o soldadura al arco sumergido.	Hasta ¾"	No se requiere*	
	Mayor de ¾" y hasta 1 ½"	50	10
	Mayor de 1 ½" y hasta 2 ½"	150	66
	Mayor de 2 ½"	225	107

* Cuando el metal base este a una temperatura igual o menor que 0 C (32 F), se precalentará cuando menos a 21 C (70 F).

V.3.1. Limpieza y protección

La protección se hará según la secuencia siguiente:

Limpieza de la superficie eliminando totalmente óxidos, grasas, aceite y otras impurezas. El nivel de la limpieza será el de aspecto "Comercial" y deberá darse con sopleteo de arena (sandblasteo) para obtener el aspecto especificado.

Se aplicará un recubrimiento anticorrosivo primario a base de Cromato de Zinc, (tipo Cromato de Zinc No. 1 EG1 y JO1 o similar aprobado por *supervisión*), aplicado en el taller de construcción del elemento metálico. Esta aplicación se hará siguiendo las instrucciones del fabricante del producto que deberá provenir de envases cerrados por el propio fabricante. Se aplicará una mano a razón de 10-12 m² por litro.

Aplicación del acabado final en obra. Este se hará sobre superficies perfectamente limpias, secas y libres de grasa, aceite u otras impurezas, lo anterior aplicará en elementos expuestos.

V.4. Apoyos de neopreno encapsulados

Para aumentar la capacidad de carga del neopreno sin disminuir su deformabilidad al giro, se emplean estos apoyos de neopreno confinados, en los cuales el bloque elastomérico se encuentra contenido en un pistón cilíndrico, transmitiéndose los esfuerzos como si se tratase de un cilindro hidráulico. De esta forma se obtienen dimensiones menores al de otros tipos de

apoyos de neoprenos.

Los dispositivos de apoyo a que se refiere esta especificación son del tipo “cubo encapsulado”; sus características generales serán indicadas en el proyecto, tanto para el apoyo con movimiento libre como para el apoyo fijo.

Dispositivo de apoyo con movimiento libre:

- Placa base inferior. Accesorio formado por una placa de acero con un anillo del mismo material, provista de anclas.
- Pastilla circular de neopreno con sus dos caras recubiertas de teflón virgen.
- Empaque anular. Anillo de bronce o latón recubierto de teflón.
- Pastilla de acero (cápsula). Placa circular de acero con su cara superior recubierta con teflón reforzado con fibra de vidrio.
- Placa base superior. Accesorio consistente en una placa de acero con una placa de acero inoxidable tipo A-304-2B acabado espejo, electrosoldada a ella; cuenta con anclas.

Dispositivo de apoyo fijo:

- Placa base inferior. Accesorio consistente en una placa de acero con un anillo del mismo material provista de anclas.
- Pastilla circular de neopreno.
- Empaque anular. Anillo de bronce o latón recubierto con teflón
- Pastilla de acero (cápsula). Pieza circular de acero con su cara superior ranurada.
- Placa base superior. Accesorio consistente en una placa de acero con su cara expuesta ranurada, provista de anclas.

Aceptación

El dispositivo de apoyos de neopreno deberá ajustarse a lo establecido en estas especificaciones antes de ser aceptado por la supervisión.

CAPITULO VI

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

VI.1. PROGRAMA DE OPERACIÓN.

La puesta en marcha del proyecto se contempla a corto plazo, tan pronto como se termine la construcción.

Operación

El tiempo de operación mínimo para el proyecto es de 25 años. Durante ese tiempo no existe ninguna actividad de operación que realice la Dirección General de Obras y Desarrollo Urbano de la Delegación Cuajimalpa de Morelos. Los usuarios que pasen por este Puente están fuera de la jurisdicción y control de dicha Dirección Mantenimiento

Mantenimiento

El mantenimiento del “Puente Echanove-El olivo”, será cuando así se requiera, como en los casos de deterioro de la carpeta asfáltica y juntas constructivas.

Se deberá efectuar cada tres años un mantenimiento normal o preventivo a base de riegos de sello (preferentemente premezclado), si se utilizan materiales pétreos adecuados. Si la superficie de rodamiento está lisa y principalmente si se tiene una capa de asfalto considerable (2 a 3 mm.), se deberá raspar con perfiladora o motoconformadora.

También deberán efectuarse trabajos de bacheos y renivelaciones en caso de hundimientos, el señalamiento vertical y horizontal o balizamiento en la superficie de rodamiento para mantener marcados los carriles, el alumbrado público deberá mantenerse en condiciones optimas para evitar que falle y se convierta en riesgo el transitar el puente.

VI.1.RECURSOS NATURALES DEL SITIO QUE SERAN APROVECHADOS

Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto no se requerían recursos naturales del sitio.

VI.2. REQUERIMIENTO DE PERSONAL.

El personal que se utilizará durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto será mínimo ya que solo se requerirá del mantenimiento del asfalto cada tres años o en su caso el bacheo y pintura cuando así lo requiera el puente.

Generalmente la delegación cuenta con un programa de mantenimiento para realizar las actividades que se requieran realizar en este rubro.

VI.3. MATERIAS PRIMAS E INSUMOS POR FASE DE PROCESO.

El proyecto no esta relacionado con la industria de la transformación y/o extractiva, por lo tanto no se requerían de estos insumos.

VI.4. FORMA Y CARACTERÍSTICAS DE TRANSPORTACIÓN Y DE ALMACENAMIENTO.

El proyecto no esta relacionado con la industria de la transformación y/o extractiva, por lo tanto no se requerían recursos de transformación y almacenamientos en el sitio.

VI.5. REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA.

El proyecto no esta relacionado con la industria de la transformación y/o extractiva, por lo tanto no se requerían recursos de energía del sitio.

VI.6. REQUERIMIENTOS DE AGUA.

Por las características del proyecto no requerirá de agua en la etapa de operación y mantenimiento.

VI.7. CONTAMINANTES AL AMBIENTE.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto no se producirá contaminación al ambiente.

VI.8. EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto no se producirá contaminación al ambiente por emisiones a la atmósfera.

VI.9 DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto no se producirá contaminación al ambiente por descargas de aguas residuales.

VI.10. RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES

Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto no se producirá contaminación al ambiente por generación de residuos sólidos industriales.

VI.11. RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto no se producirá contaminación al ambiente por generación de residuos sólidos domésticos.

VI.12. EN SU CASO, RESIDUOS AGROQUÍMICOS.

Por la naturaleza del proyecto a realizarse no se generarán residuos agroquímicos.

VI.13. GENERACIÓN DE RUIDO.

Las emisiones de ruido provenientes de las actividades ejecutadas durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto serán mínimas ya que solo se contempla un mantenimiento cada tres años por mantenimiento de carpeta Asfáltica.

VI.14. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PLANES DE EMERGENCIA.

En la elaboración del proyecto del Puente se han considerado todas las medidas de seguridad que la normatividad al respecto exige, incluyendo las actividades que se realizan durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, Como son el señalamiento horizontal y vertical del puente, así como el utilizado durante las actividades de mantenimiento además del equipo de protección empleado por el personal y las medidas de seguridad que deberán realizar de acuerdo a la normatividad correspondiente ya mencionada.

VI.15. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.

Esta obra está proyectada para tener una vida útil de 25 años mínimo y no se considera el abandono de este sitio, ya que se diseñará un plan de mantenimiento para no perder esta inversión.

Es importante destacar que la Construcción del “Puente Echanove-Olivo”, constituye parte fundamental de la Intercomunicación de las colonias: Lomas de Vista Hermosa, La Navidad, Providencial Vista Hermosa, Jardines de la palma y San José de los Cedros así como con la Ciudad de México y el Estado de México, y por tal motivo el Gobierno del Distrito Federal por medio de la Dirección General de Obras y Desarrollo Urbano de la Delegación Cuajimalpa de Morelos diseñará los programas de mantenimiento necesarios para que permanezca en excelentes condiciones.

VI.16. ESTIMACIÓN DE VIDA UTIL.

Se considera que la vida útil del proyecto es de 25 años; la construcción del mismo se realizará en una sola etapa.

VI.17. PROGRAMAS DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA.

Por las dimensiones y características del sitio, la obra no justifica la realización de un programa de restauración ambiental del predio, ya que no hay cuerpos de agua, desniveles importantes, sitios de refugio, alimentación o reproducción de fauna silvestre ni especies de flora y fauna, en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial.

El área operativa de la delegación contempla trabajos de arquitectura de paisaje que mejorarán la apariencia de la zona con camellones y jardineras.

Durante los trabajos de mantenimiento que impliquen la circulación de vehículos y maquinaria, dentro y fuera del sitio del puente, se observará el cumplimiento de las siguientes medidas:

Los vehículos empleados durante la operación y mantenimiento deberán cumplir con la verificación vehicular correspondiente y estar en condiciones seguras para prestar el servicio.

Todos los equipos y maquinarias que se empleen en el programa de mantenimiento, contarán con dispositivos de control de ruido con el objeto de atenuarlo o disminuir el ruido que se genere. Los niveles de ruido no excederán los 85 dB.

Todos los trabajadores tendrán y harán uso del equipo de protección personal como sus cascos, botas mascarillas y lentes. Esta medida es de tipo preventiva.

CONCLUSIONES

Como consecuencia que la Ciudad de México es una alternativa económicamente activa para la población que emigra, el crecimiento demográfico y la población flotante. En este sentido en lo que a la Delegación Cuajimalpa de Morelos se refiere, pasa la carretera México-Toluca que es una de las vías más importantes para el ingreso a Santa Fe, al distrito Federal, y a la misma delegación, al mismo tiempo el crecimiento de la vivienda, el desarrollo de edificios corporativos que cobró auge en la última década, zonas comerciales consorcios oficinas etc. Por consiguiente la Delegación requiere de mano de obra, servicios, infraestructura, para lo que el GDF puso en marcha varios proyectos para solucionar el tránsito vehicular, y acortar tiempos de trayecto entre el Distrito Federal, la Delegación Cuajimalpa de Morelos y el Estado de México con Santa Fe, una de las zonas más importantes económicamente activa y en total crecimiento.

Dentro de este proyecto está el paso a desnivel en la carretera México –Toluca que conecta a la prolongación Vista Hermosa con prolongación Carlos Echanove para llegar a Santa Fe. Otro paso a Desnivel es el que cruza la carretera México –Toluca y conecta con Prolongación Carlos Echanove y prolongación Vista Hermosa, el puente vehicular El Yaqui-en la intersección de San José de los Cedros y Castorena. Y además **el Puente Vehicular Carlos Echanove-El Olivo** en la intersección de Av. Carlos Echanove y Carretera al Olivo y Noche de Paz su construcción resuelve los problemas de tránsito y será benéfico para las actividades comerciales y de servicios entre la delegación Cuajimalpa con el resto del Distrito Federal y el Estado de México proporcionando mayor fluidez, seguridad y comodidad a los vehículos que transitan en esta intersección, y además el ingreso a la zona comercial que se encuentra ubicada en la zona.

La zona es urbana totalmente y con escasa vegetación, la construcción de este puente deberá ser amigable con el entorno y la arquitectura del paisaje el proyecto considera jardineras en el camellón central, por lo que se incrementan las áreas verdes.

La realización del proyecto permitió alcanzar los siguientes objetivos:

Optimizar de forma general el tránsito que circula entre las Avenidas Carlos Echanove, Carretera al Olivo, Noche de Paz y Loma del Parque de la Delegación Cuajimalpa de Morelos en el Distrito Federal.

Optimizar en forma particular el tránsito que circula entre las Avenidas Carlos Echanove y Carretera al olivo al aislarlo del flujo vehicular proveniente de las Avenidas Noche de paz con Loma Del Parque así como tránsito local.

Garantizar una operación que ofrezca seguridad en cualquier época del año y transitar a una velocidad considerable.

Evitar congestionamientos y accidentes vehiculares al circular por las vialidades. Permitiendo que el transporte sea eficiente y seguro.

En lo que se refiere a la maquinaria y equipo es fundamental para realizar este tipo de construcciones con la calidad y tiempos de ejecución para cumplir en tiempo y forma con el proyecto.

Con los estudios realizados se identifico el impacto socioeconómico dentro de la delegación observando que se amplía la infraestructura vial para un mejor tránsito vehicular, mejores servicios y evitando tiempos muertos de traslado.

La construcción del puente vehicular esta dentro de los proyectos del Gobierno del distrito Federal y de la Administración de la Delegación de Cuajimalpa de Morelos para continuar con el mejoramiento de la Infraestructura Carretera de la región y así beneficiar a las personas que habitan en la zona, los que van de paso o por motivos de trabajo del estado de México hacia Santa Fe o las colonias de la misma delegación

Ofrecer beneficios al tránsito vehicular con instalaciones que cumplan con la normatividad que establece la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para este tipo de obras.

En la etapa de construcción trae como consecuencia la generación de empleos temporales que benefician directamente a los habitantes que habitan en el perímetro principalmente. Ocupando profesionistas como ingenieros civiles arquitectos topógrafos y personal de la construcción

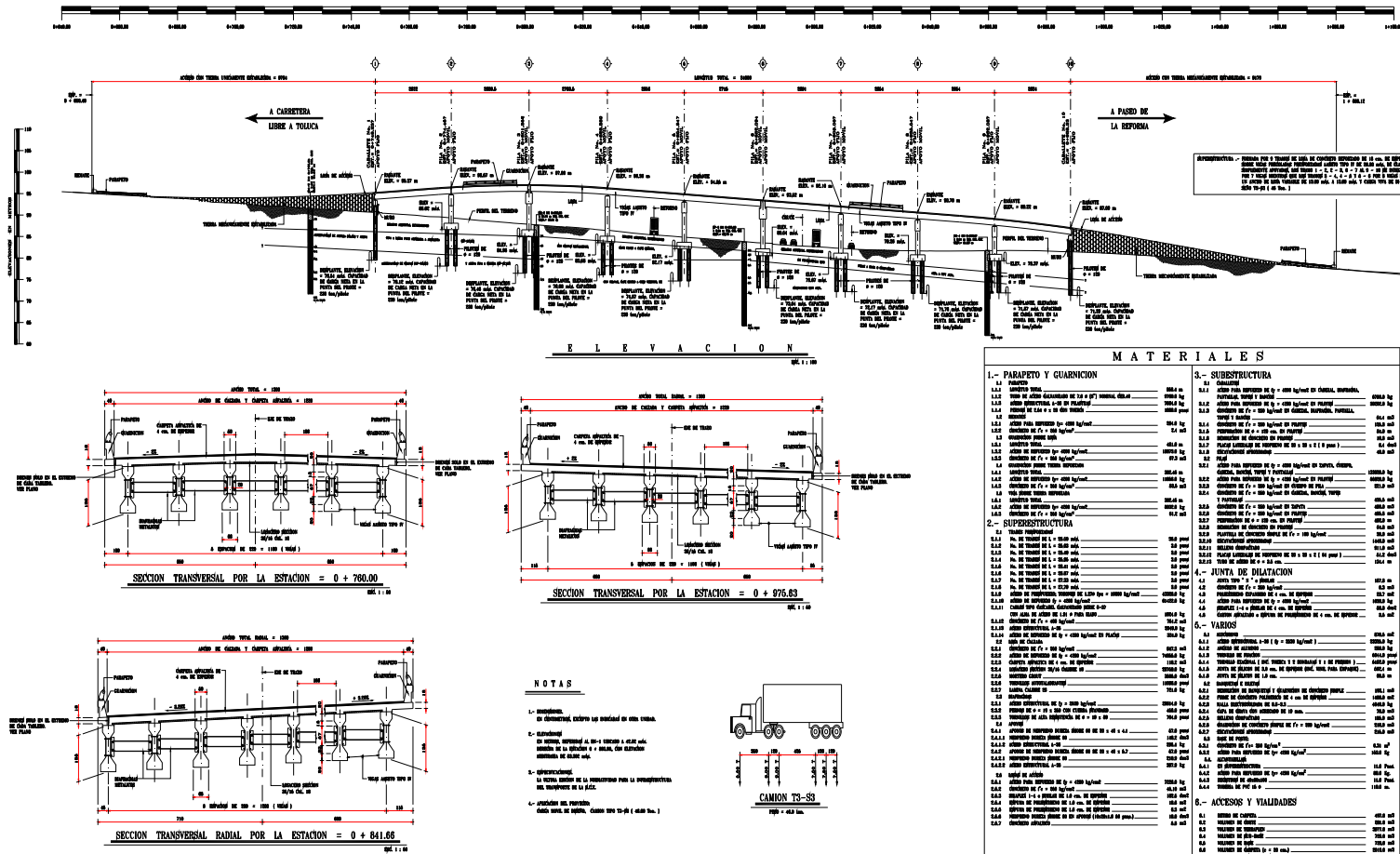
El disminuir los tiempos de recorrido ocasiona la disminución de emisiones de gases de combustión, proporcionando con ello beneficios socioeconómicos y ambientales importantes.

Por lo anterior se tiene un mayor número de impactos benéficos que adversos y al evaluarlos nos indica que la obra del puente Carlos Echanove - EL Olivo es aceptable.

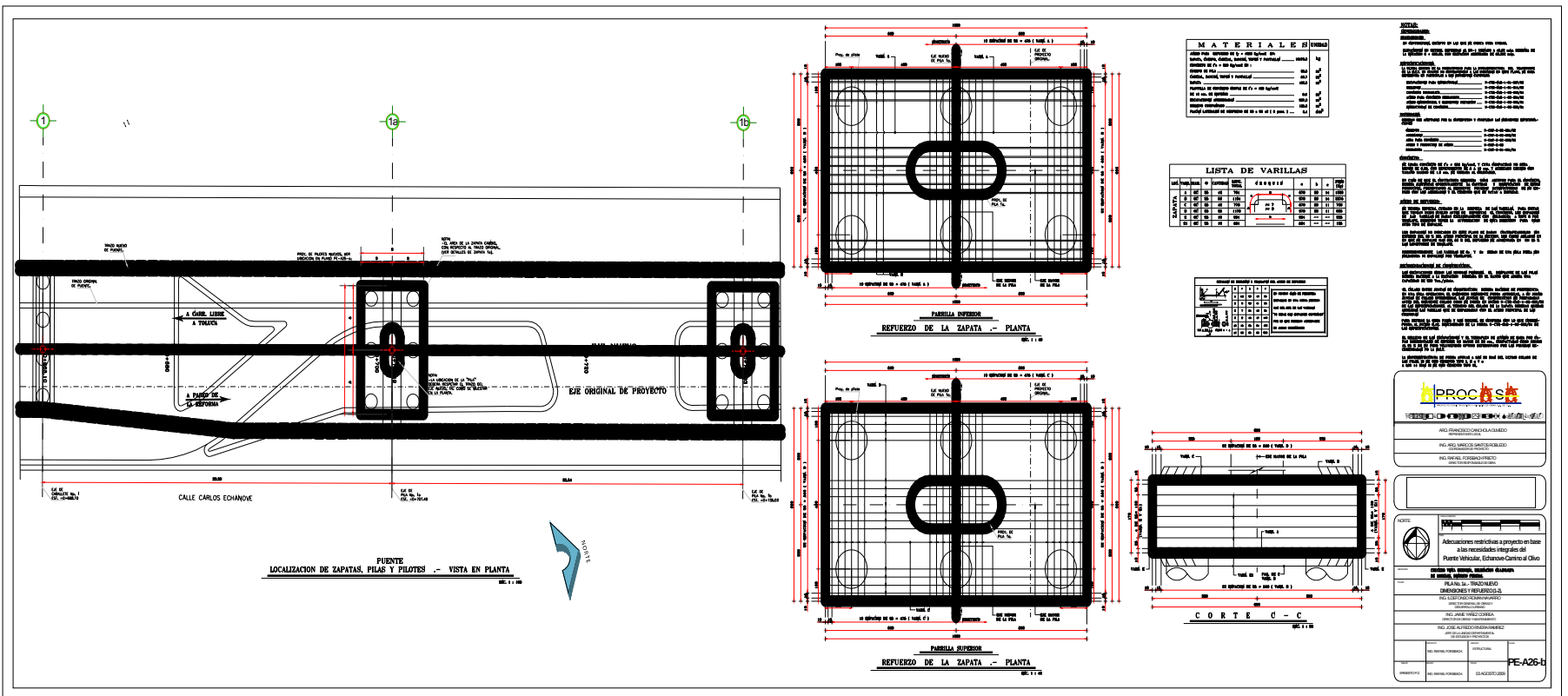
BIBLIOGRAFIA

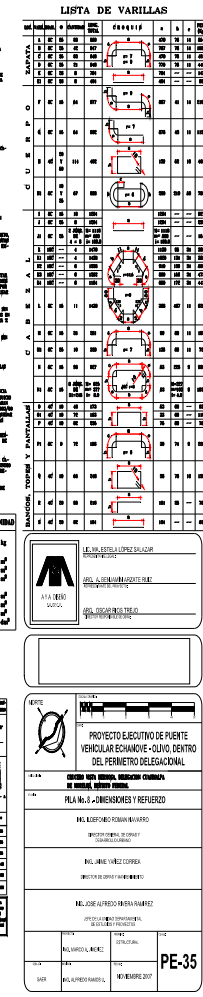
- Manifestación de impacto ambiental modalidad particular para el “Proyecto Ejecutivo de Puente Vehicular, Echanove-Olivo, dentro del perímetro Delegacional en Cuajimalpa de Morelos, México D.F.,” A y A Diseño S.A. de C.V. Corporativo de Construcción y Proyectos, S.C.L.
- Libros Naranja de las Normas de Construcción del Distrito Federal, Libro 2 , tomo1, partes 1,2 y 3
- Métodos, plantamientos y equipos de construcción.
Puerifoy.
Editorial Diana (1973).
- Tiempos y costos en edificación.
Carlos Suárez Salazar
Editorial Limusa.
- Especificaciones y Requisitos Mínimos que deberán cumplir los Materiales, Procesos, Procedimientos de Elaboración y Ejecución necesarios para Construcción de Elementos y Estructuras de Concreto, Acero de Refuerzo, Soldadura y Limpieza y Apoyos de Neopreno.
Rioboo. S.A. de C.V. México, D.F. 2006.
- www.ciudadanosenred.com.mx
- www.eartgoogle.com.

RELACION DE PLANOS



LISTA DE PLANOS	No.
PLAN GENERAL (1 DE 1)	PE-01
PLAN GENERAL (2 DE 1)	PE-02
PLAN GENERAL (3 DE 1)	PE-03
PLAN GENERAL (4 DE 1)	PE-04
PLAN GENERAL (5 DE 1)	PE-05
PLAN GENERAL (6 DE 1)	PE-06
PLAN GENERAL (7 DE 1)	PE-07
PLAN GENERAL (8 DE 1)	PE-08
PLAN GENERAL (9 DE 1)	PE-09
PLAN GENERAL (10 DE 1)	PE-10
PLAN GENERAL (11 DE 1)	PE-11
PLAN GENERAL (12 DE 1)	PE-12
PLAN GENERAL (13 DE 1)	PE-13
PLAN GENERAL (14 DE 1)	PE-14
PLAN GENERAL (15 DE 1)	PE-15
PLAN GENERAL (16 DE 1)	PE-16
PLAN GENERAL (17 DE 1)	PE-17
PLAN GENERAL (18 DE 1)	PE-18
PLAN GENERAL (19 DE 1)	PE-19
PLAN GENERAL (20 DE 1)	PE-20
PLAN GENERAL (21 DE 1)	PE-21
PLAN GENERAL (22 DE 1)	PE-22
PLAN GENERAL (23 DE 1)	PE-23
PLAN GENERAL (24 DE 1)	PE-24
PLAN GENERAL (25 DE 1)	PE-25
PLAN GENERAL (26 DE 1)	PE-26
PLAN GENERAL (27 DE 1)	PE-27
PLAN GENERAL (28 DE 1)	PE-28
PLAN GENERAL (29 DE 1)	PE-29
PLAN GENERAL (30 DE 1)	PE-30
PLAN GENERAL (31 DE 1)	PE-31
PLAN GENERAL (32 DE 1)	PE-32
PLAN GENERAL (33 DE 1)	PE-33
PLAN GENERAL (34 DE 1)	PE-34
PLAN GENERAL (35 DE 1)	PE-35
PLAN GENERAL (36 DE 1)	PE-36
PLAN GENERAL (37 DE 1)	PE-37
PLAN GENERAL (38 DE 1)	PE-38
PLAN GENERAL (39 DE 1)	PE-39
PLAN GENERAL (40 DE 1)	PE-40
PLAN GENERAL (41 DE 1)	PE-41
PLAN GENERAL (42 DE 1)	PE-42
PLAN GENERAL (43 DE 1)	PE-43
PLAN GENERAL (44 DE 1)	PE-44
PLAN GENERAL (45 DE 1)	PE-45
PLAN GENERAL (46 DE 1)	PE-46
PLAN GENERAL (47 DE 1)	PE-47
PLAN GENERAL (48 DE 1)	PE-48
PLAN GENERAL (49 DE 1)	PE-49
PLAN GENERAL (50 DE 1)	PE-50
PLAN GENERAL (51 DE 1)	PE-51
PLAN GENERAL (52 DE 1)	PE-52
PLAN GENERAL (53 DE 1)	PE-53
PLAN GENERAL (54 DE 1)	PE-54
PLAN GENERAL (55 DE 1)	PE-55
PLAN GENERAL (56 DE 1)	PE-56
PLAN GENERAL (57 DE 1)	PE-57
PLAN GENERAL (58 DE 1)	PE-58
PLAN GENERAL (59 DE 1)	PE-59
PLAN GENERAL (60 DE 1)	PE-60
PLAN GENERAL (61 DE 1)	PE-61
PLAN GENERAL (62 DE 1)	PE-62
PLAN GENERAL (63 DE 1)	PE-63
PLAN GENERAL (64 DE 1)	PE-64
PLAN GENERAL (65 DE 1)	PE-65
PLAN GENERAL (66 DE 1)	PE-66
PLAN GENERAL (67 DE 1)	PE-67
PLAN GENERAL (68 DE 1)	PE-68
PLAN GENERAL (69 DE 1)	PE-69
PLAN GENERAL (70 DE 1)	PE-70
PLAN GENERAL (71 DE 1)	PE-71
PLAN GENERAL (72 DE 1)	PE-72
PLAN GENERAL (73 DE 1)	PE-73
PLAN GENERAL (74 DE 1)	PE-74
PLAN GENERAL (75 DE 1)	PE-75
PLAN GENERAL (76 DE 1)	PE-76
PLAN GENERAL (77 DE 1)	PE-77
PLAN GENERAL (78 DE 1)	PE-78
PLAN GENERAL (79 DE 1)	PE-79
PLAN GENERAL (80 DE 1)	PE-80
PLAN GENERAL (81 DE 1)	PE-81
PLAN GENERAL (82 DE 1)	PE-82
PLAN GENERAL (83 DE 1)	PE-83
PLAN GENERAL (84 DE 1)	PE-84
PLAN GENERAL (85 DE 1)	PE-85
PLAN GENERAL (86 DE 1)	PE-86
PLAN GENERAL (87 DE 1)	PE-87
PLAN GENERAL (88 DE 1)	PE-88
PLAN GENERAL (89 DE 1)	PE-89
PLAN GENERAL (90 DE 1)	PE-90
PLAN GENERAL (91 DE 1)	PE-91
PLAN GENERAL (92 DE 1)	PE-92
PLAN GENERAL (93 DE 1)	PE-93
PLAN GENERAL (94 DE 1)	PE-94
PLAN GENERAL (95 DE 1)	PE-95
PLAN GENERAL (96 DE 1)	PE-96
PLAN GENERAL (97 DE 1)	PE-97
PLAN GENERAL (98 DE 1)	PE-98
PLAN GENERAL (99 DE 1)	PE-99
PLAN GENERAL (100 DE 1)	PE-100







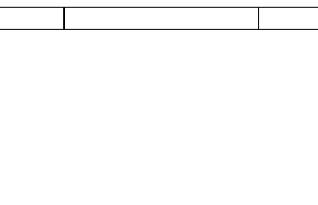
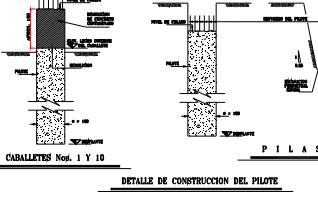
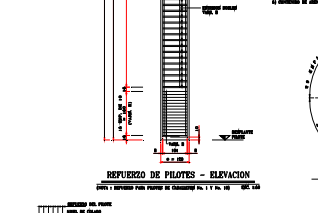
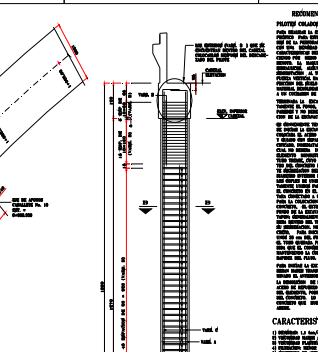
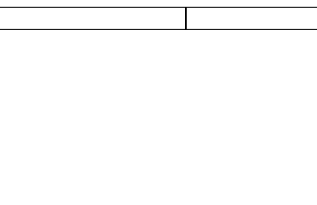
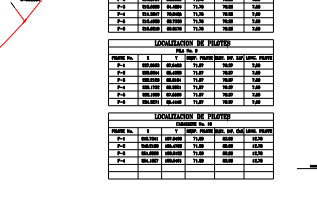
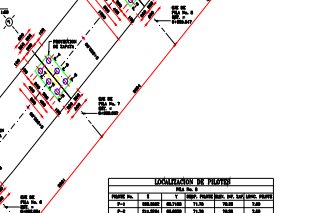
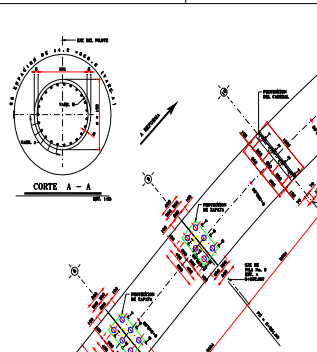
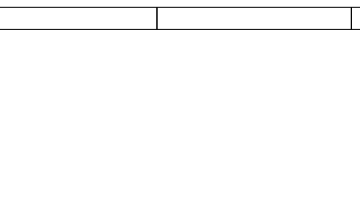
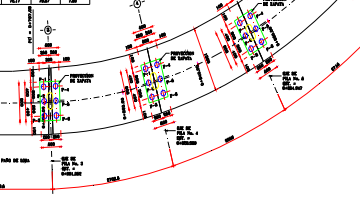
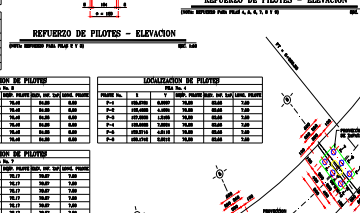
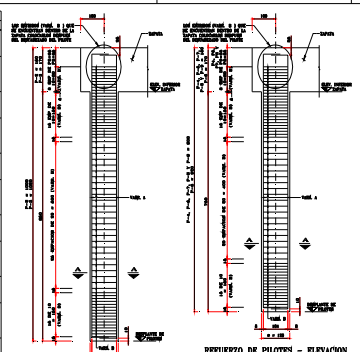
LISTA DE VARIAS (EN EL PUNTO)									
NO.	VARIA	NO.	VARIA	NO.	VARIA	NO.	VARIA	NO.	VARIA
1	1.0	11	1.0	21	1.0	31	1.0	41	1.0
2	1.0	12	1.0	22	1.0	32	1.0	42	1.0
3	1.0	13	1.0	23	1.0	33	1.0	43	1.0
4	1.0	14	1.0	24	1.0	34	1.0	44	1.0
5	1.0	15	1.0	25	1.0	35	1.0	45	1.0
6	1.0	16	1.0	26	1.0	36	1.0	46	1.0
7	1.0	17	1.0	27	1.0	37	1.0	47	1.0
8	1.0	18	1.0	28	1.0	38	1.0	48	1.0
9	1.0	19	1.0	29	1.0	39	1.0	49	1.0
10	1.0	20	1.0	30	1.0	40	1.0	50	1.0

REPERTE DE MATERIALES									
CONCRETO	VARIA	NO.	VARIA	NO.	VARIA	NO.	VARIA	NO.	VARIA
1	1.0	11	1.0	21	1.0	31	1.0	41	1.0
2	1.0	12	1.0	22	1.0	32	1.0	42	1.0
3	1.0	13	1.0	23	1.0	33	1.0	43	1.0
4	1.0	14	1.0	24	1.0	34	1.0	44	1.0
5	1.0	15	1.0	25	1.0	35	1.0	45	1.0
6	1.0	16	1.0	26	1.0	36	1.0	46	1.0
7	1.0	17	1.0	27	1.0	37	1.0	47	1.0
8	1.0	18	1.0	28	1.0	38	1.0	48	1.0
9	1.0	19	1.0	29	1.0	39	1.0	49	1.0
10	1.0	20	1.0	30	1.0	40	1.0	50	1.0

LOCALIZACION DE PILOTES									
PILOTO	NO.	VARIA	NO.	VARIA	NO.	VARIA	NO.	VARIA	NO.
1	1.0	11	1.0	21	1.0	31	1.0	41	1.0
2	1.0	12	1.0	22	1.0	32	1.0	42	1.0
3	1.0	13	1.0	23	1.0	33	1.0	43	1.0
4	1.0	14	1.0	24	1.0	34	1.0	44	1.0
5	1.0	15	1.0	25	1.0	35	1.0	45	1.0
6	1.0	16	1.0	26	1.0	36	1.0	46	1.0
7	1.0	17	1.0	27	1.0	37	1.0	47	1.0
8	1.0	18	1.0	28	1.0	38	1.0	48	1.0
9	1.0	19	1.0	29	1.0	39	1.0	49	1.0
10	1.0	20	1.0	30	1.0	40	1.0	50	1.0

LOCALIZACION DE PILOTES									
PILOTO	NO.	VARIA	NO.	VARIA	NO.	VARIA	NO.	VARIA	NO.
1	1.0	11	1.0	21	1.0	31	1.0	41	1.0
2	1.0	12	1.0	22	1.0	32	1.0	42	1.0
3	1.0	13	1.0	23	1.0	33	1.0	43	1.0
4	1.0	14	1.0	24	1.0	34	1.0	44	1.0
5	1.0	15	1.0	25	1.0	35	1.0	45	1.0
6	1.0	16	1.0	26	1.0	36	1.0	46	1.0
7	1.0	17	1.0	27	1.0	37	1.0	47	1.0
8	1.0	18	1.0	28	1.0	38	1.0	48	1.0
9	1.0	19	1.0	29	1.0	39	1.0	49	1.0
10	1.0	20	1.0	30	1.0	40	1.0	50	1.0

LOCALIZACION DE PILOTES									
PILOTO	NO.	VARIA	NO.	VARIA	NO.	VARIA	NO.	VARIA	NO.
1	1.0	11	1.0	21	1.0	31	1.0	41	1.0
2	1.0	12	1.0	22	1.0	32	1.0	42	1.0
3	1.0	13	1.0	23	1.0	33	1.0	43	1.0
4	1.0	14	1.0	24	1.0	34	1.0	44	1.0
5	1.0	15	1.0	25	1.0	35	1.0	45	1.0
6	1.0	16	1.0	26	1.0	36	1.0	46	1.0
7	1.0	17	1.0	27	1.0	37	1.0	47	1.0
8	1.0	18	1.0	28	1.0	38	1.0	48	1.0
9	1.0	19	1.0	29	1.0	39	1.0	49	1.0
10	1.0	20	1.0	30	1.0	40	1.0	50	1.0



NOTAS

1. Las dimensiones dadas en el plano son las verdaderas.
2. Las dimensiones dadas en el plano son las verdaderas.
3. Las dimensiones dadas en el plano son las verdaderas.
4. Las dimensiones dadas en el plano son las verdaderas.
5. Las dimensiones dadas en el plano son las verdaderas.
6. Las dimensiones dadas en el plano son las verdaderas.
7. Las dimensiones dadas en el plano son las verdaderas.
8. Las dimensiones dadas en el plano son las verdaderas.
9. Las dimensiones dadas en el plano son las verdaderas.
10. Las dimensiones dadas en el plano son las verdaderas.

ESPECIFICACIONES

Las especificaciones de este proyecto son las siguientes:

1. Las especificaciones de este proyecto son las siguientes.
2. Las especificaciones de este proyecto son las siguientes.
3. Las especificaciones de este proyecto son las siguientes.
4. Las especificaciones de este proyecto son las siguientes.
5. Las especificaciones de este proyecto son las siguientes.
6. Las especificaciones de este proyecto son las siguientes.
7. Las especificaciones de este proyecto son las siguientes.
8. Las especificaciones de este proyecto son las siguientes.
9. Las especificaciones de este proyecto son las siguientes.
10. Las especificaciones de este proyecto son las siguientes.

MATERIALES

Los materiales que se utilizarán en este proyecto son los siguientes:

1. Los materiales que se utilizarán en este proyecto son los siguientes.
2. Los materiales que se utilizarán en este proyecto son los siguientes.
3. Los materiales que se utilizarán en este proyecto son los siguientes.
4. Los materiales que se utilizarán en este proyecto son los siguientes.
5. Los materiales que se utilizarán en este proyecto son los siguientes.
6. Los materiales que se utilizarán en este proyecto son los siguientes.
7. Los materiales que se utilizarán en este proyecto son los siguientes.
8. Los materiales que se utilizarán en este proyecto son los siguientes.
9. Los materiales que se utilizarán en este proyecto son los siguientes.
10. Los materiales que se utilizarán en este proyecto son los siguientes.

CONCRETO

El concreto que se utilizará en este proyecto es el siguiente:

1. El concreto que se utilizará en este proyecto es el siguiente.
2. El concreto que se utilizará en este proyecto es el siguiente.
3. El concreto que se utilizará en este proyecto es el siguiente.
4. El concreto que se utilizará en este proyecto es el siguiente.
5. El concreto que se utilizará en este proyecto es el siguiente.
6. El concreto que se utilizará en este proyecto es el siguiente.
7. El concreto que se utilizará en este proyecto es el siguiente.
8. El concreto que se utilizará en este proyecto es el siguiente.
9. El concreto que se utilizará en este proyecto es el siguiente.
10. El concreto que se utilizará en este proyecto es el siguiente.

PROYECTO EJECUTIVO DE PUENTE VEHICULAR ECHAMOVE-OLIGO, DENTRO DEL PUNTO DE COLECCION.

El proyecto ejecutivo de este puente es el siguiente:

1. El proyecto ejecutivo de este puente es el siguiente.
2. El proyecto ejecutivo de este puente es el siguiente.
3. El proyecto ejecutivo de este puente es el siguiente.
4. El proyecto ejecutivo de este puente es el siguiente.
5. El proyecto ejecutivo de este puente es el siguiente.
6. El proyecto ejecutivo de este puente es el siguiente.
7. El proyecto ejecutivo de este puente es el siguiente.
8. El proyecto ejecutivo de este puente es el siguiente.
9. El proyecto ejecutivo de este puente es el siguiente.
10. El proyecto ejecutivo de este puente es el siguiente.

