



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES.
ARAGÓN

AMPLIACIÓN TRANSVERSAL DEL
PUENTE “RÍO CHILERO”

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:
RAÚL IVÁN MANCILLA FLORES

ASESOR:
ING. JOSÉ ANTONIO DIMAS CHORA

FES Aragón

MÉXICO 2011





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



AGRADECIMIENTOS

A mi madre Ma Preciosa Flores Díaz y hermanos: Hektor, Javier, Alfredo y Diana que sin cuyo sacrificio, comprensión, aliento y estímulo habría sido difícil mantenerme firme delante de los obstáculos en la búsqueda de objetivos durante mi formación profesional.

A la carrera de Ingeniería Civil de esta Facultad que me albergó en su seno y me dio las pautas para convertirme en buen profesional y honrados ciudadanos.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO por permitirme y darme la oportunidad de llevar a cabo mi preparación profesional, así como cada uno de los profesores de la carrera de ingeniería civil que me llevaron paso a paso a concluir mi carrera,

A todos ellos mi mayor agradecimiento y admiración.



ÍNDICE GENERAL

Introducción	5
---------------------	----------

CAPITULO I

1.1 Antecedentes.	7
1.2 ¿Qué es un puente?	7
1.3 Clasificación de puentes	7
1.3.1. Por la carga que soportan	9
1.3.2. De acuerdo a su trazo horizontal.	10
1.3.3. De acuerdo a su trazo vertical	10
1.3.4. De acuerdo al material empleado en su construcción	10
1.3.5. De acuerdo a la movilidad de la superestructura	10
1.3.6. De acuerdo a la carretera que cruza.	13
1.4 Partes que integran un puente.	14
1.5 Tránsito	19

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

2.1 Datos generales de la entidad	28
2.2 Generalidades y localización de la zona del proyecto	31
2.3 Planta y elevación	35
2.4 Descripción de la estructura existente	36
2.4.1 Geometría de la estructura	36
2.4.2 Reporte de inspección principal (formatos originales SIPUMEX)	37

CAPITULO III

INSPECCIÓN Y ESTUDIOS PREVIOS

3.1 Descripción de trabajos realizados	41
3.2 Equipo y/o herramientas.	41
3.3 Características generales del puente.	42
3.3.1 Descripción de daños	43
3.3.2 Reporte de inspección.	44
3.3.3 Reporte fotográfico.	52
3.4 Estudios Previos	67
3.5 Levantamiento topográfico.	67
3.6 Prueba a los materiales en losa.	68
3.6.1 Reporte fotográfico.	70
3.6.2 Resultados.	72
3.7 Estudio Hidráulico.	72
3.8 Estudio de tránsito.	73
3.9 Estudios de mecánica de suelos.	79
3.9.1 Reporte fotográfico.	86
3.10 Revisión de capacidad de carga.	91



**CAPITULO IV
PROPUESTAS DE ANTEPROYECTO**

4.1 Alternativa de solución.	95
4.2 Comparación de alternativas.	99
4.3 Alternativa viable	99

**CAPITULO V
DISEÑO DE REHABILITACIÓN.**

5.1 Bases para el análisis y diseño.	101
5.2 Memoria de cálculo.	103
5.3 Trabajos a ejecutar.	119
5.4 Especificaciones complementarias.	126
5.5 Fotografías sobre el proceso de elaboración.	127
5.6 Fotografías del Trabajo terminado.	131

CONCLUSIÓN Y ANEXOS

BIBLIOGRAFIA.



INTRODUCCIÓN

Prácticamente desde los inicios de la civilización los puentes han solucionado problemas de comunicación terrestre convirtiéndose en estructuras esenciales en aquellos países que tienen una orografía muy accidentada tal como sucede en gran parte de nuestro territorio.

A partir del año 1986 nuestro país tuvo una gran transformación debido al inicio de los grandes proyectos de infraestructura en los que las distancias para la comunicación terrestre entre el DF y algunos otros centros turísticos y de abasto se acortaron considerablemente gracias al alcance de la ingeniería mexicana al dedicarse a mejorar el diseño y la construcción en puentes.

La ingeniería mexicana se ha dedicado a mejorar la construcción de los puentes, en general entre otras estructuras se ha buscado que resulten útiles, económicos y estéticas.

En función del tipo de estructura que se analice, las fallas pueden provocar o no grandes pérdidas. Siendo los puentes vehiculares obras de infraestructura imprescindibles que requieren grandes inversiones, y que permiten el movimiento de personas y cargas en gran volumen. Su análisis de riesgos resulta importante para asegurar que se encuentran en un estado de operación adecuado; y de no estarlo, para tomar las medidas correspondientes a favor de su correcto funcionamiento.

Para el presente trabajo en particular sobre este puente “Río Chilero” requiere la ampliación transversal del mismo y para la construcción de este puente fue importante como en toda clase de construcción, tener todos los datos posibles de las condiciones del lugar, hacer consideraciones preliminares, y verificar en primera instancia todo lo que puede implicar la construcción de cierta infraestructura en ese sitio, así como el impacto ambiental que esta genere.

Además de cumplir especificaciones geométricas tomadas en campo y de acuerdo a los planos originales como pendientes, peraltes, gálibos, entre otros y los estudios necesarios de topografía, hidrología y estudios de suelos. Así como también de realizar un diagnóstico con base a aspectos sociales, económicos, técnicos y culturales con la finalidad de obtener la mas optima estructura.

Los estudios preliminares ó de primera instancia constituyen la base para el buen desarrollo de un anteproyecto de puentes, y en lo sucesivo el proyecto dependerá de su precisión y exactitud. Nos permitirán hacer una predicción de los problemas que se puedan presentar durante su construcción.

La estructura de un puente constituye una obra fundamental de las vías de comunicación, si los puentes se comportan de manera inadecuada o llegan a fallar, el tránsito sufriría interrupciones que pueden ocasionar pérdidas económicas de cientos de miles de millones de pesos que resultarían inoperantes para mover grandes volúmenes de carga nacional e internacional.



FES Aragón



1.1 ANTECEDENTES

El arte de construir puentes tiene su origen en la misma prehistoria. Puede decirse que nace cuando un buen día se le ocurrió al hombre prehistórico derribar un árbol en forma tal que, al caer, enlazara las dos riberas de una corriente sobre la que deseaba establecer un vado. También utilizó el hombre primitivo losas de piedra para salvar las corrientes de pequeña anchura cuando no había árboles a la mano.

El arte de construir puentes no experimentó cambios sustanciales durante más de 2000 años. La piedra y la madera eran utilizadas en tiempos napoleónicos de manera similar a como lo fueron en época de julio Cesar e incluso mucho tiempo antes. Hasta finales del siglo XVIII no se pudo obtener hierro colado y forjado a precios que hicieran de él un material estructural accesible y hubo que esperar casi otro siglo a que pudiera emplearse el acero en condiciones económicas

Al igual que ocurre en la mayoría de los casos, la construcción de puentes ha evolucionado paralelamente a la necesidad que de ellos se sentía. Recibió su primer gran impulso en los tiempos en que Roma dominaba la mayor parte del mundo conocido.

1.2 ¿QUÉ ES UN PUENTE?

Un puente es una estructura destinada a salvar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos o brazos de mar; y obstáculos artificiales, como vías férreas o carreteras, con el fin de unir caminos de viajeros, animales y mercancías.

1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE PUENTES.

La utilización de puentes se ha convertido en una gran necesidad de comunicación, ya sea para autopistas que acorten distancias y por lo tanto tiempos entre ciudades, o bien dentro de las mismas ciudades, sobre todo las ciudades grandes, en la que la construcción de puentes para pasos a desnivel, se ha asentado sobre todo en los últimos años, debido principalmente al enorme crecimiento de estas.

La clasificación de los puentes depende de varios factores, estos se clasifican por:



CLASIFICACIÓN DE LOS PUENTES.

POR LA CARGA QUE SOPORTAN.	}	1. CARRETEROS 2. FERROVIARIOS 3. DUCTOS 4. PEATONALES				
POR SU TRAZO HORIZONTAL	}	1. NORMALES 2. ESVIAJADOS 3. EN CURVA (CIRCULAR ó ESPIRAL)				
POR SU TRAZO VERTICAL	}	1. TANGENTE (HORIZONTAL) 2. TANGENTE (INCLINADA) 3. EN CURVA VERTICAL <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="font-size: 4em;">}</td> <td> 1. CRESTA 2. COLUMPIO </td> </tr> </table>	}	1. CRESTA 2. COLUMPIO		
}	1. CRESTA 2. COLUMPIO					
POR EL MATERIAL EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN.	}	1. MADERA (ROLLIZA ó LABRADA) 2. MAMPOSTERÍA 3. CONCRETO <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="font-size: 4em;">}</td> <td> 1. REFORZADO 2. CICLÓPEO 3. PRESFORZADO </td> </tr> </table> 4. METAL <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="font-size: 4em;">}</td> <td> 1. PLACAS DE ACERO SOLDADO. </td> </tr> </table>	}	1. REFORZADO 2. CICLÓPEO 3. PRESFORZADO	}	1. PLACAS DE ACERO SOLDADO.
}	1. REFORZADO 2. CICLÓPEO 3. PRESFORZADO					
}	1. PLACAS DE ACERO SOLDADO.					
POR LA MOVILIDAD O INMOVILIDAD DE LA SUPERESTRUCTURA	}	1. FIJA 2. MÓVIL <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle; margin-left: 20px;"> <tr> <td style="font-size: 4em;">}</td> <td> 1. LEVADIZA 2. GIRATORIA 3. BASCULANTE 4. DESLIZANTE </td> </tr> </table>	}	1. LEVADIZA 2. GIRATORIA 3. BASCULANTE 4. DESLIZANTE		
}	1. LEVADIZA 2. GIRATORIA 3. BASCULANTE 4. DESLIZANTE					
DE ACUERDO A LA CARRETERA QUE CRUZA:	}	1. PASOS A DESNIVEL.				



1.3.1. Por la naturaleza de la carga que soporta el puente estos se clasifican en:

CARRETEROS: Son los puentes que están diseñados exclusivamente para soportar carga de vehículos de todos tipos, desde los automóviles mas compactos, hasta los grandes camiones de carga.



FERROVIARIOS: Son los puentes que están diseñados exclusivamente para el paso del ferrocarril, estos puentes permiten que el ferrocarril recorra mayores distancias en tiempos más cortos, ya que permiten trayectorias mas rectas entre los puntos de destino.



DUCTOS: Estos son los famosos acueductos, que son puentes cuya función principal es permitir el paso de un conducto de agua, en muchas ocasiones se combinan y se calculan para el paso del conducto y además para el paso vehicular.

PEATONALES: Son los puentes que están diseñados y calculados exclusivamente para el paso de peatones.



1.3.2. De acuerdo a su trazo horizontal, estos se clasifican en:

NORMALES: Son los puentes en los cuales, el flujo del cauce y el eje central del puente forman un ángulo de 90, es decir el cruce entre estos es en ángulo recto.

ESVIAJADOS: Son los puentes en donde el flujo de la corriente, y el eje central del puente, tienen una pequeña desviación, y por lo tanto no forman un ángulo de 90 grados, a este ángulo se le llama esviajamiento.

CIRCULAR: Son los puentes en los cuales, por la necesidad y las condiciones del lugar, caen dentro de una curva que lleva el camino. Estos puentes pueden ser de dos formas de acuerdo a la curva, si es perfectamente circular, o bien es una curva en espiral.

1.3.3. De acuerdo a su trazo vertical, estos pueden ser:

De acuerdo al trazo vertical, los puentes se pueden dividir en cuatro tipos principales, y esto dependerá de la forma que tenga el puente desde el punto de vista tangencial.

1. **A NIVEL.-** Los puentes bien pueden ser entonces EN TANGENTE HORIZONTAL, estos se utilizan principalmente, cuando los niveles en ambos puntos de apoyo del puente son iguales, es decir tienen la misma elevación, por lo tanto la superestructura estará colocada perfectamente horizontal.
2. **EN PENDIENTE.-** Cuando los niveles de apoyo del puente no se encuentran a la misma altura, entonces se dice que el puente estará EN TANGENTE INCLINADA, cuya inclinación dependerá de las condiciones del terreno.
3. **EN CRESTA.-** Cuando la superestructura tiene una cierta concavidad superior.
4. **EN COLUMPIO.-** Cuando la superestructura tiene una cierta concavidad inferior.

1.3.4. Por el material empleado, para su construcción.

- a) Concreto armado y preesforzado.
- b) Acero.
- c) Madera.
- d) Mampostería.

1.3.5. Por la movilidad o inmovilidad de la superestructura.

- a) Simplemente apoyados.
- b) Tramos Continuos.
- c) Tipo Gerber.
- d) Arcos.
- e) Móviles.
- f) Atirantados.
- g) Colgantes.
- h) Doble voladizos.



Fig. 1.10 Puente Móvil
Fuente: www.gpeuropa.net



Fig. 1.11 Puente Atrantado
Fuente: www.gpeuropa.net

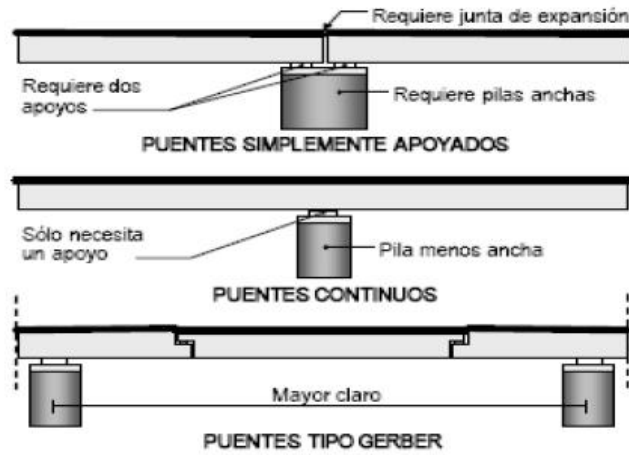


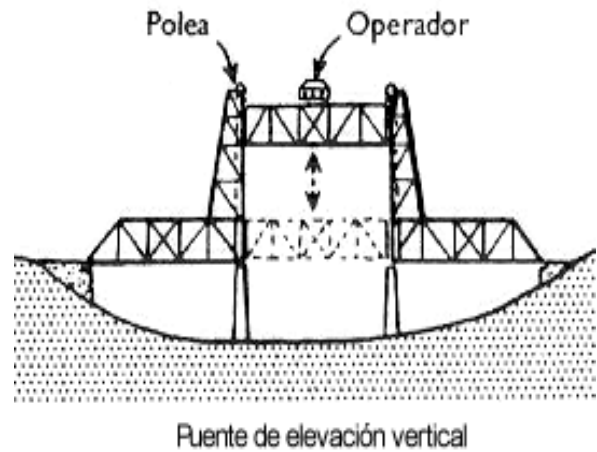
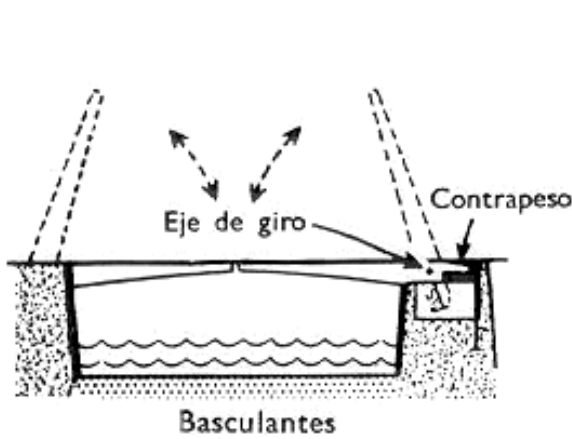
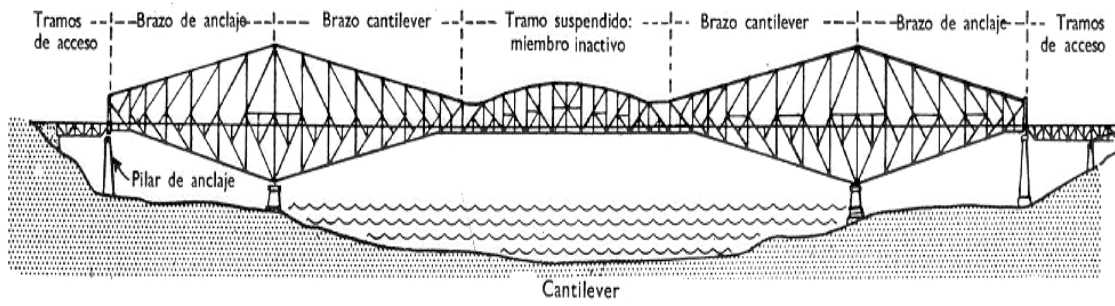
Fig. 1.12 Diferentes tipos de puentes de acuerdo a su comportamiento estático. Fuente: Facultad de Ingeniería de la UNAM Diseño de Puentes con Elementos Prefabricados y Presforzados Pág.60



Puente de mampostería de piedra.



Puente mixto de acero y concreto armado.





1.3.6. Pasos a desnivel:

Los pasos a desnivel son aquellos que se proyectan con la finalidad de poder cruzar una vía de comunicación, ya sea una carretera o una vía de ferrocarril y que su longitud no sea tan importante, es decir de una estructuración aproximada entre uno y tres claros y que su longitud máxima este en los 80 metros. La clasificación de estas estructuras es muy amplia, a continuación enlistaremos algunos de ellos.

1.- Paso Inferior Vehicular (PIV). Esta estructura tiene como finalidad salvar un camino principal. El camino principal pasa por debajo de la estructura (PIV).

2.- Paso Superior Vehicula (PSV). Es la condición contraria al PIV, La circulación al camino principal pasa por encima de la estructura.

3.- Paso Inferior Peatonal (PIP). Su condición es similar al PIV, pero la carga viva de diseño es la de peatones en lugar de la vehicular.

4.- Paso Superior Peatonal (PSP). Condición similar a la de un PSV, pero la carga viva de diseño es la de peatones en lugar de la vehicular.

5.- Paso Superior de Ferrocarril (PSFFCC). En este caso la circulación pasa por encima de la estructura que salva las instalaciones de ferrocarril.

5.- Paso Inferior de Ferrocarril (PIFFCC). En este caso la circulación pasa por abajo de la estructura por la que pasan las instalaciones de ferrocarril.



PIV y PIFFC



PIV



PSV

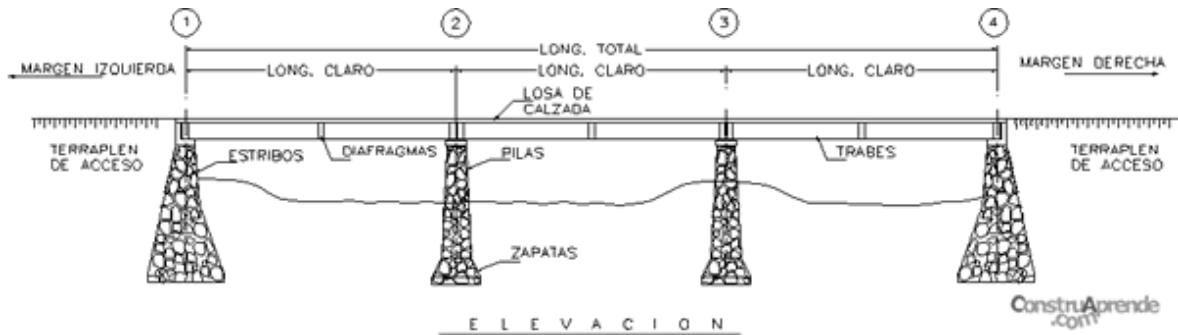


PIP

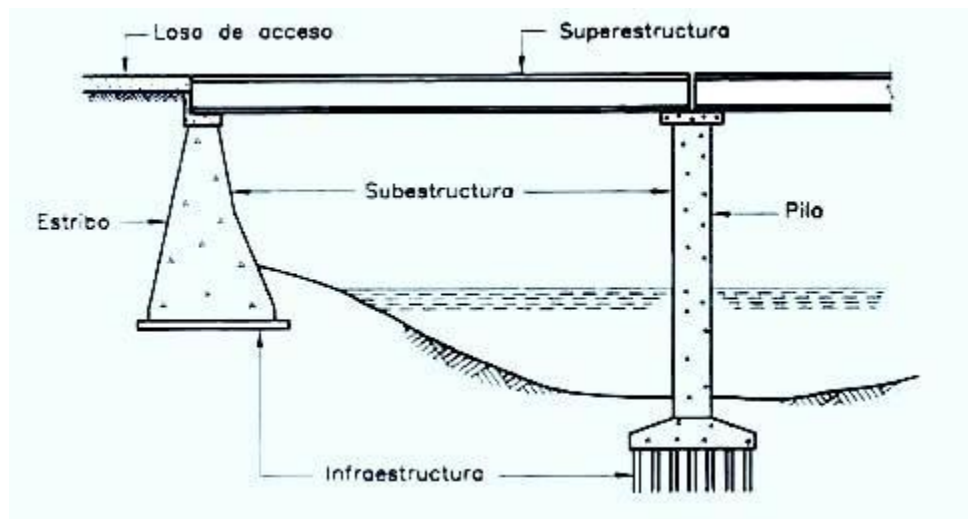


1.4. PARTES QUE CONSTITUYEN UN PUENTE

Un puente es un sistema integrado por los siguientes elementos.



1. Superestructura.
2. Subestructura.
3. Infraestructura.



Elementos de un puente.

La infraestructura es la parte del puente que queda en contacto con el terreno, sirviendo de apoyo al puente; en una concepción más amplia se incluye también el suelo y/o roca que sirven de sustento. La cimentación puede ser superficial o profunda.

La subestructura es la parte del puente que transmite las acciones de la superestructura a la cimentación, y está formada por estribos y/o caballetes, y pilas.

La superestructura es la parte del puente que soporta la calzada y transmite las acciones de las distintas cargas y su peso a los apoyos. Generalmente consta de traveses longitudinales ligadas por diafragmas transversales y la losa de piso.



1.- Superestructura: En ella se localizan las traveses, el sistema de piso (losa), parapeto, guarnición, banquetas, señalamientos, apoyos y diafragmas.

Superficie de rodamiento, sobre la cual circulan los vehículos. Puede ser de asfalto o de concreto.

Losa, cuya función principal es distribuir las cargas transversal y longitudinalmente en toda la longitud del puente.

Vigas. Las vigas son los miembros principales del puente y se diseñan para resistir el trabajo a flexión.

Los diafragmas proporcionan rigidez lateral a las traveses y a la superestructura en general. Estos consisten en traveses transversales a los elementos presforzados, generalmente de concreto reforzado, que se ubican en los extremos del puente y en puntos intermedios del mismo. Los diafragmas extremos unen a las vigas entre sí y con la losa, y le dan una gran rigidez al puente. Los diafragmas intermedios tienen como función primordial restringir el pandeo lateral de las vigas principales garantizando el trabajo en conjunto y un adecuado funcionamiento a flexión.

Apoyos: Las funciones de los apoyos, además de transferir las fuerzas de la superestructura a la subestructura, son las de disipar y aislar los desplazamientos de traslación y rotación debidos a expansión térmica, contracción por flujo plástico, deflexión en miembros estructurales, cargas dinámicas y vibraciones, entre otros. Los más utilizados son los laminados conformados por varias placas de neopreno y acero estructural (como refuerzo interno) que se intercalan y vulcanizan entre sí. La inclusión del refuerzo incrementa el amortiguamiento y permite lograr una rigidez vertical alta, ya que las placas de acero disminuyen el efecto de pandeo en las caras laterales, con lo cual es posible apoyar cargas estáticas de magnitud considerable con una deflexión mínima.

Juntas: Las juntas se localizan en medio de dos tableros de puente, cuyas funciones son proveer una transición suave entre los módulos del puente que forman la superficie de rodamiento. Evitar la filtración de agua y otras sustancias químicas que oxidan y corroen los elementos de la subestructura que están por debajo de la superficie de rodamiento. Permiten el desplazamiento longitudinal de la estructura.

2.- Subestructura: en ella se localizan los estribos y pilas, su función es la de transmitir eficientemente las cargas de la superestructura a la cimentación

Apoyos extremos.- Los apoyos extremos marcan la unión entre la superestructura y el camino. Los apoyos pueden ser caballetes o estribos; sus diferencias radican en el tipo de cimentación y las partes de las que se conforman, dependiendo de sus funciones.

Estribos: Los estribos se proyectan para resistir el empuje de la tierra, el peso propio del estribo y la superestructura, la carga viva sobre cualquier porción de la superestructura o terraplén de acceso, fuerzas debidas al viento, la fuerza longitudinal cuando los apoyos son fijos y las fuerzas longitudinales debidas a la fricción o al esfuerzo cortante que se desarrolla en los apoyos; en el proyecto se debe analizar cualquier combinación de estas fuerzas que puedan producir la condición más desfavorable de carga.

Los estribos se encuentran conformados por:



Corona.- Es una trabe transversal al sentido del eje de la carretera, que sirve para soportar los elementos de la superestructura, nivelando las cargas y transmitiéndolas uniformemente al cuerpo del estribo. Se hace de concreto reforzado y se forma a su vez de diafragma, topes y banco.

Diafragma.- Sirve para evitar que el terraplén de acceso invada la superficie de la superestructura, se separa de la losa por medio de una junta de dilatación que a su vez, evita la filtración de material perjudicial para ambos.

Banco.- Ayuda a nivelar la corona a la superestructura, se considera como una parte saliente de la corona y sirve de base a los apoyos. En caso de ser necesario permite que se pueda mover la losa introduciendo gatos entre la corona y la losa.

Topes.- Sirven para evitar que la losa o traves tengan movimientos laterales.

Cuerpo.- Es el elemento que le da rigidez a la estructura, puede ser de mampostería, concreto ciclópeo, simple o estructural.

Aleros.- Los muros del alero, que pueden ser de los materiales antes mencionados, serán de longitud suficiente para contener el terraplén de la terracería conformada hasta la distancia y grado que se juzgue conveniente y para proporcionar una protección contra la erosión o socavación.

Los estribos, también incluyen algunos de los elementos de liga y equipamiento menor, como:

Los apoyos.- Que se colocan en la superficie de los bancos, para evitar que se emplace el concreto de la superestructura con el concreto de la subestructura.

Y drenaje.- Para que el material que forma el terraplén en la parte posterior de los estribos se drene cuidadosamente, poniendo en el parámetro posterior del muro una capa de espesor apropiado de piedra quebrada o grava, del tamaño máximo adecuado y hasta la altura donde desembocan los agujeros que se habrán dejado en la mampostería o en el concreto para el escurrimiento del agua.

De acuerdo al material con el que están hechos presentarán ciertas características:

Mampostería.- Los estribos de mampostería tienen como altura máxima 12.00 m. y se usan cuando la resistencia del terreno sea de 2 a 4 kg/cm². Se consideran estribos de gravedad, ya que sólo transmiten uniformemente las cargas al estrato resistente.

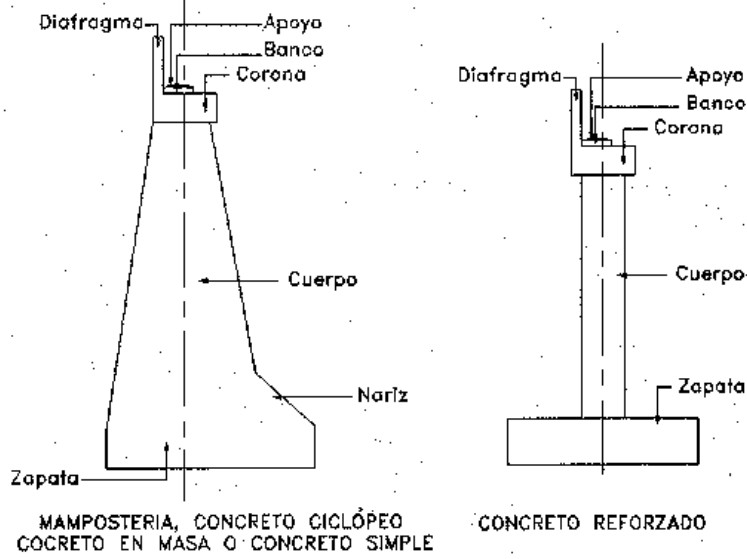
Concreto reforzado.- Se usa para soportar mayores cargas, dándole una mayor estabilidad al estribo para evitar que se voltee y/o deslice. Además de tener secciones esbeltas que reducen el espacio.

Sólo en este caso se puede utilizar cimentación profunda, como pilotes, cuando la resistencia del terreno sea menor a 2 Kg /cm².

Tierra armada.- El estribo está construido por el suelo como matriz, con tiras metálicas como refuerzo y una cubierta alrededor denominada piel, así como, elementos accesibles, tales como, cornisas, zapatas, etc., El suelo de relleno es de tipo granular, para mayor efecto de fricción entre la armadura y el suelo y para tener menores presiones inter axiales al llenarse de agua en forma rápida, que originaría pérdida de valor en la resistencia al corte.

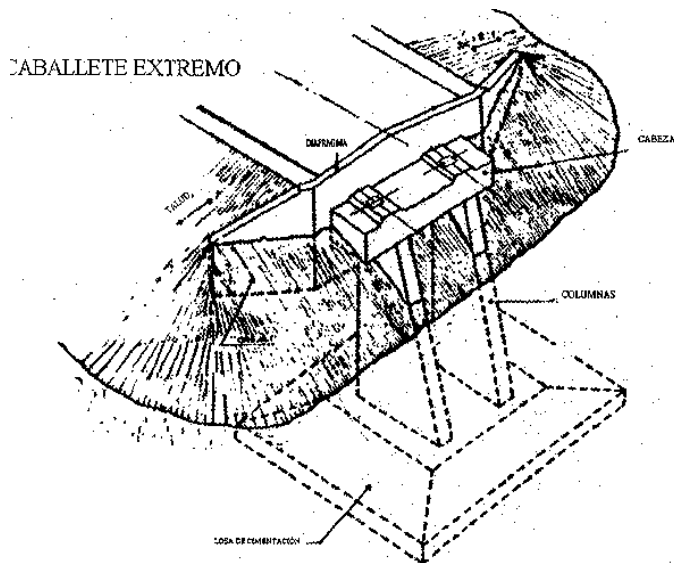


PARTES DE LAS QUE SE COMPONE UN ESTRIBO



PLANO 4.2.3.1.

Caballetes extremos



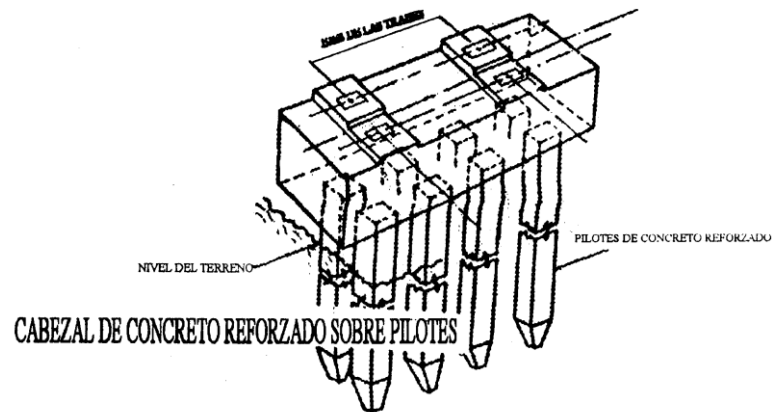
Apoyos intermedios.

Pilas: Las pilas son estructuras rígidas, que se componen de cabezal y cuerpo; en algunos casos el cabezal es solo un remate del propio muro, Las pilas varían de acuerdo al material: Pueden ser de mampostería, concreto ciclópeo, simple o de refuerzo, o bien por el método de tierra armada.

Cabezal: Que sustituye a la corona (por cuestiones de nomenclatura); se forma de diafragma, banco y topes.



DIVERSOS TIPOS DE SUBESTRUCTURA Y CIMENTACIÓN



Cuerpo: El cuerpo de los caballetes está constituido por columnas, y/o pilotes, dependiendo del tipo de cimentación requerida.

Aleros: Son de concreto reforzado y sólo se colocan en las partes laterales del cabezal, para evitar que el terraplén de acceso invada la superestructura.

También cuentan con elementos de liga, como; los apoyos y las juntas de dilatación.

3.- Infraestructura: Abarca la cimentación, zapatas, pilotes, su función es transmitir las cargas de la subestructura al terreno.



La infraestructura es parte de la estructura que transmite las cargas acumuladas sobre un estrato del terreno firme o por fricción; todos los cimientos se proyectarán de manera que las presiones máximas sobre el terreno queden dentro de los valores de capacidad de carga que se hayan adoptado.



1.5. TRANSITO

Conocer las características del tránsito que utiliza o utilizará un camino en operación o que se habrá de construir, es vital para el proyecto de la sección transversal de una vía y se convierte en el elemento principal que se debe de tomar en cuenta, pues el transporte terrestre es el motivo de la obra.

Por una vía terrestre puede transitar con cierta facilidad una cantidad determinada de vehículos de diferentes tipos, con cargas distintas que son transmitidas a la estructura de diversas maneras.

Características del tránsito.

Las características del tránsito que es necesario conocer para efectuar el proyecto de los pavimentos son:

- Tránsito diario promedio anual (TDPA).
- Tránsito en el carril de diseño.
- Composición del tránsito por tipos de vehículos.
- Pesos de los vehículos, cargados y vacíos.
- Número y posición de ejes y llantas.
- Incremento anual del tránsito
- Número de vehículos o de ejes que transitarán por el camino durante su vida útil

Tránsito diario promedio anual

Se llama tránsito diario promedio anual (TDPA) al número total de vehículos que pasan por una carretera en ambos sentidos durante un año, dividido entre 365 días. Para determinar el TDPA de un camino en operación, se cuenta en forma directa el tránsito mediante una operación que se llama aforo y que pueden realizar operarios o contadores mecánicos; el conteo puede llevarse también durante todo el año o solo en ciertas temporadas y luego proyectarlo a un año. Para estos trabajos, se emplean técnicas estadísticas. Al calcular el TDPA de varios años consecutivos, se puede conocer la tendencia de incremento.

Para determinar el TDPA de un camino que se habrá de construir, la situación se complica porque todavía no hay tránsito sobre él; pero se estima con base en el tránsito inducido y el tránsito generado.

El tránsito inducido es aquel que en la actualidad utilizan otros caminos, pero que usará el nuevo, para llegar al mismo destino, es decir, es el tránsito que ahora hace un rodeo, pero que al abrirse utilizará el nuevo camino por ser más directo o darle mayores facilidades para llegar al sitio deseado

Tránsito en el carril de diseño.

Del TDPA se necesita conocer el porcentaje de vehículos que usan el carril en donde se carga más el movimiento, llamado carril de diseño; respecto a un camino de dos carriles (uno de cada sentido), se ha llegado a la conclusión de que el carril de diseño lleva de 60 a 65% del TDPA; en cuanto un camino de cuatro carriles, el de diseño lleva casi la misma cantidad de vehículos que uno de dos, pues en los carriles de la derecha transitan los automotores de mayor peso y que dañan más el pavimento, por lo que se toma en este caso, 50% del TDPA para el carril de diseño.



Composición del tránsito.

También es necesario conocer la cantidad de vehículos de cada tipo que circulan por las carreteras, los cuales se pueden dividir en grupos para hacer menos difíciles los cálculos; por ejemplo los vehículos de tipo A son todos los automóviles, las camionetas pick – up y los que tengan un peso menor que 3 ton, los vehículos de tipo B son todos los autobuses y los vehículos tipo C son los camiones de carga con más de 3 ton; estos últimos se desglosan en grupos, pues tienen una gran cantidad de características y su peso total puede oscilar desde 3 hasta 60 ton, con diferentes combinaciones en la posición de sus ejes y llantas. De cada vehículo es necesario conocer sus pesos, cargados y vacíos, principalmente; los vehículos de carga que a veces se componen de una unidad de tracción, una caja y un remolque, cada uno con varios ejes en diferentes combinaciones y una o dos llantas; se tienen así ejes sencillos con ruedas sencillas, ejes con ruedas sencillas o dobles y ejes triples con ruedas dobles.

La importancia de conocer el tipo de vehículos, sus pesos y la posición y número de ejes y ruedas, es la de poder estudiar la magnitud de los esfuerzos en la estructura vial y proyectar adecuadamente la sección transversal.

TIPO DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	FIG. VEHÍCULO
A	AUTOMÓVILES	
B	AUTOBUSES	
C2	CAMIONES UNITARIOS DE 2 EJES.	
C3	CAMIONES UNITARIOS DE 3 EJES.	
T3 - S2	TRACTOR DE 3 EJES CON SEMIREMOLQUE DE 2 EJES.	
T3 -S3	TRACTOR DE 3 EJES CON SEMIREMOLQUE DE 3 EJES.	
T3 - S2 - R3	TRACTOR DE 3 EJES CON SEMIREMOLQUE DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	
T3 - S2 - R4	TRACTOR DE 3 EJES CON SEMIREMOLQUE DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 4 EJES	

Nomenclatura básica de tipo de vehículos. Tabla (4.6)



Clasificación de los vehículos de autotransporte que pueden circular por los caminos y puentes de jurisdicción federal según la SCT.

AUTOBUS			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
B2	2	6	
B3	3	8-10	
B4	4	10	

CAMION UNITARIO			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
C2	2	6	
C3	3	8-10	
CAMION REMOLQUE			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
C2-R2	4	14	
C3-R2	5	18	
C3-R3	6	22	
C2-R3	5	18	



AMPLIACIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE "RÍO CHILERO"



TRACTOCAMION ARTICULADO			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
T2-S1	3	10	
T2-S2	4	14	
T3-S2	5	18	
T3-S3	6	22	

TRACTOCAMION DOBLEMENTE ARTICULADO			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
T2-S1-R2	5	18	
T3-S1-R2	6	22	
T3-S2-R2	7	26	
T3-S2-R4	9	34	
T3-S2-R3	8	30	
T3-S3-S2	8	30	



Pesos máximos autorizados por tipo de eje y camino (toneladas)

CONFIGURACION DE EJES	TIPO DE CAMINO			
	A4 Y A2	B4 Y B2	C	D
<p>SENCILLO DOS LLANTAS</p>	6.50	6.50	5.50	5.00
<p>SENCILLO CUATRO LLANTAS</p>	10.00	10.00	9.00	8.00
<p>MOTRIZ SENCILLO CUATRO LLANTAS</p>	11.00	11.00	10.00	9.00
<p>MOTRIZ DOBLE O TANDEM SEIS LLANTAS</p>	15.50	15.50	14.00	12.50
<p>DOBLE O TANDEM OCHO LLANTAS</p>	18.00	18.00	16.00	14.00
<p>MOTRIZ DOBLE O TANDEM OCHO LLANTAS</p>	19.50	19.50	17.50	15.50
<p>TRIPLE O TRIDEM DOCE LLANTAS</p>	22.50	22.50	20.00	18.00



Tránsito a un nivel fijo.

Cuando se utiliza el criterio de tránsito a un nivel fijo, se consideran sólo las características del vehículo que más daña la estructura; sin embargo; las gráficas de proyecto se elaboran empíricamente, al tomar en cuenta (implícitamente y explícitamente) la composición del tránsito total.

Por ejemplo, en un camino secundario se puede escoger como vehículo de proyecto uno que tenga un peso de 17 ton; en cambio, para una autopista sería mejor elegir uno de 60 ton. El proyectista de la estructura de la obra vial entra directamente en las curvas correspondientes a esos vehículos; sin embargo al formarse las curvas de proyecto, aunque sea en modo empírico, se toma en cuenta que en el camino secundario operará una mayor cantidad de automóviles o vehículos de poco peso, que en la autopista y que en ésta operará con seguridad un número más grande de autobuses y cargueros que en aquél. Además, se debe considerar que estas curvas de proyecto deben ser de tipo regional, aun dentro de un país, pues la composición del tránsito puede tener fuertes variaciones.

Criterio de tránsito Mezclado.

La segunda forma de utilizar los datos del tránsito para aplicarlos en el proyecto de pavimentos es tomar las características de todos los vehículos. Con el objeto de trabajar con unidades homogéneas, o sea con un mismo tipo de vehículo, se utiliza el criterio de vehículos o ejes equivalentes y el factor de daño.

Factor de daño.

El factor de daño es la relación del deterioro que un vehículo dado causa a la estructura de la obra, con el daño que provoca un vehículo estándar.

En México como en otros países, incluido EUA, se utiliza como estándar un eje sencillo con ruedas simples, que soporta una carga total de 8.2 ton (18 000 lb), o sea 4.1 ton por rueda.

$$FA = Nt / NA$$

FA = factor de daño

Nt = Número de pasadas que el vehículo estándar lleva a la falla al pavimento

NA = Número de pasadas que el vehículo en estudio lleva a la falla al pavimento



CARGAS Y PESOS DE LOS CAMIONES QUE SE LE APLICAN PARA EL DISEÑO DE PUENTES.

Las cargas vivas que se consideran sobre la calzada de los puentes o en las estructuras que circunstancialmente se presentan en los caminos, son las establecidas para camiones tipo o carga por carril equivalente a un convoy de camiones.

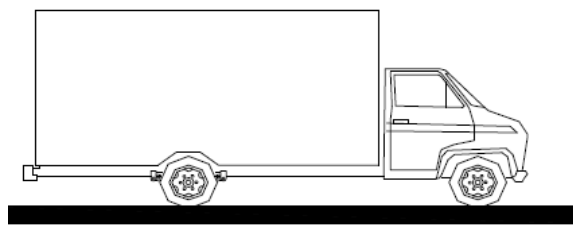
Al respecto se especifican dos tipos de cargas, las H y HS, siendo las HS más pesadas.

Cargas tipo H.- Consisten en un camión de 2 ejes, o la carga uniforme equivalente correspondiente sobre un carril.

Cargas tipo HS.- Consisten en un camión tractor con remi-remolque o la carga uniforme equivalente correspondiente sobre un carril.

Las cargas y dimensiones se presentan a continuación.

Camión tipo H o M.



14515kgr.	3629kgr.	H - 20 (M-1-18)
10886kgr.	2722kgr.	H - 15 (M-1-13.5)
7257kgr.	1814kgr.	H - 10 (M-1-9)

Camión tipo HS o MS.

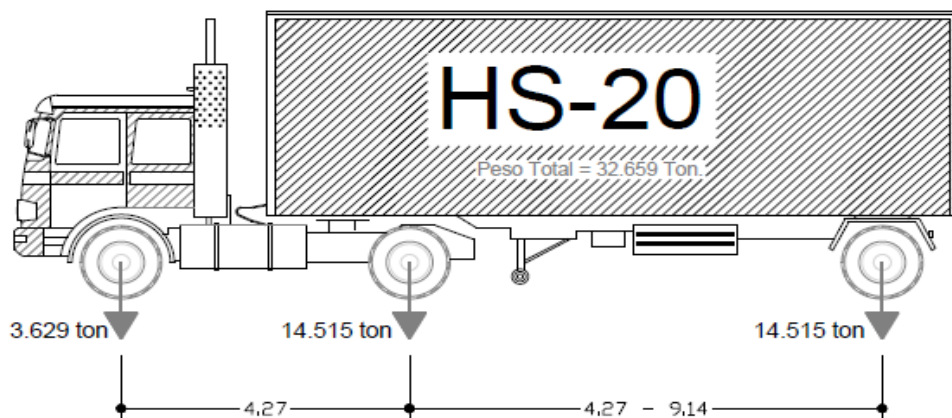


Fig. 3.2 Peso y dimensiones de vehículo HS-20 para diseño de losa (Peso total: 32.659 Ton)

Fuente: Facultad de Ingeniería de la UNAM Diseño de Puentes con Elementos Prefabricados y Presforzados Pág.64

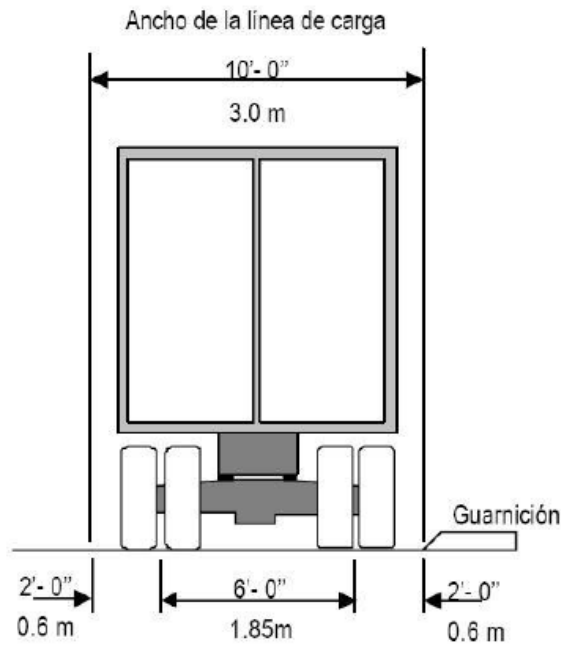
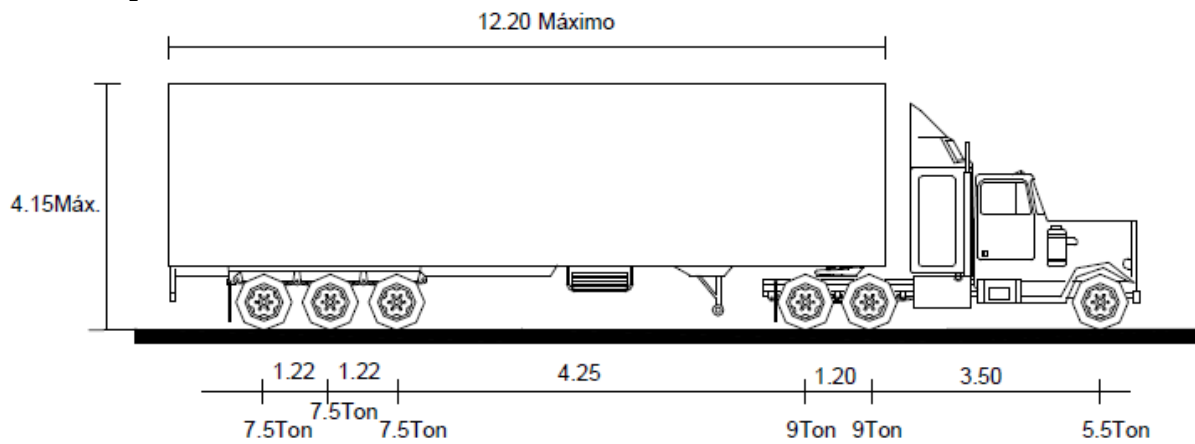


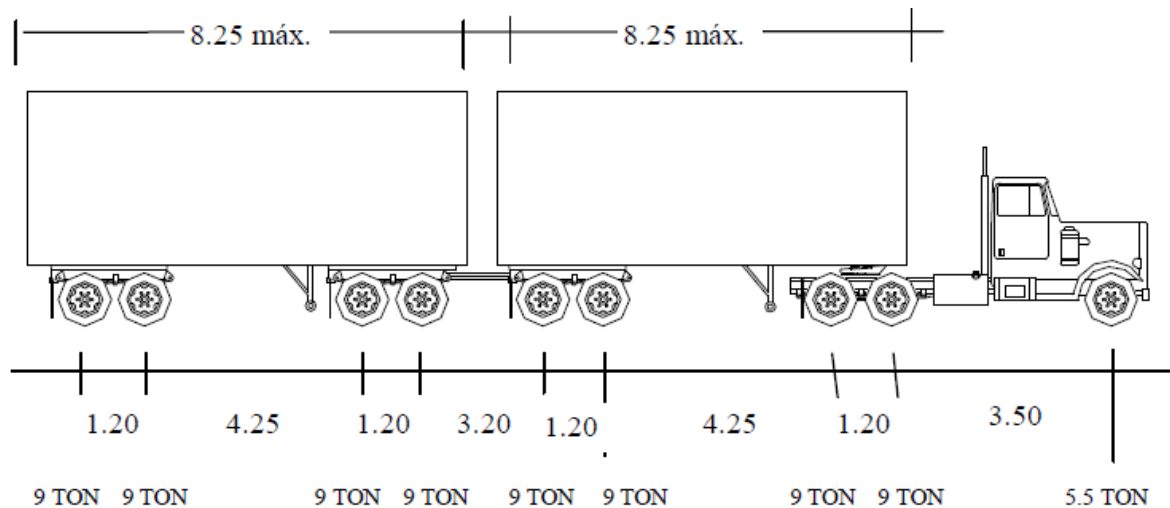
Fig. 3.3 Peso y dimensiones de vehículo.

Fuente: Facultad de Ingeniería de la UNAM Diseño de Puentes con Elementos Prefabricados y Presforzados Pág.64

Camión tipo T3-S3.



Camión tipo T3-S2-R4.





CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES

DE LA

ESTRUCTURA EXISTENTE

FES Aragón



2.1. DATOS GENERALIDADES DE LA ENTIDAD.

El Estado de México se localiza en la zona central de la República Mexicana, en la parte oriental de la mesa de Anáhuac. Colinda al norte con los estados de Querétaro e Hidalgo; y al sur con Guerrero y Morelos; al este con Puebla y Tlaxcala; y al oeste con Guerrero y Michoacán, así como con el Distrito Federal, al que rodea al norte, este y oeste.

La extensión territorial del estado es de 22,499.95 kilómetros cuadrados, cifra que representa el 1.09 % del total del país y ocupa el lugar 25 en extensión territorial, respecto a los demás estados.

Cuenta con 125 municipios divididos en 16 regiones.

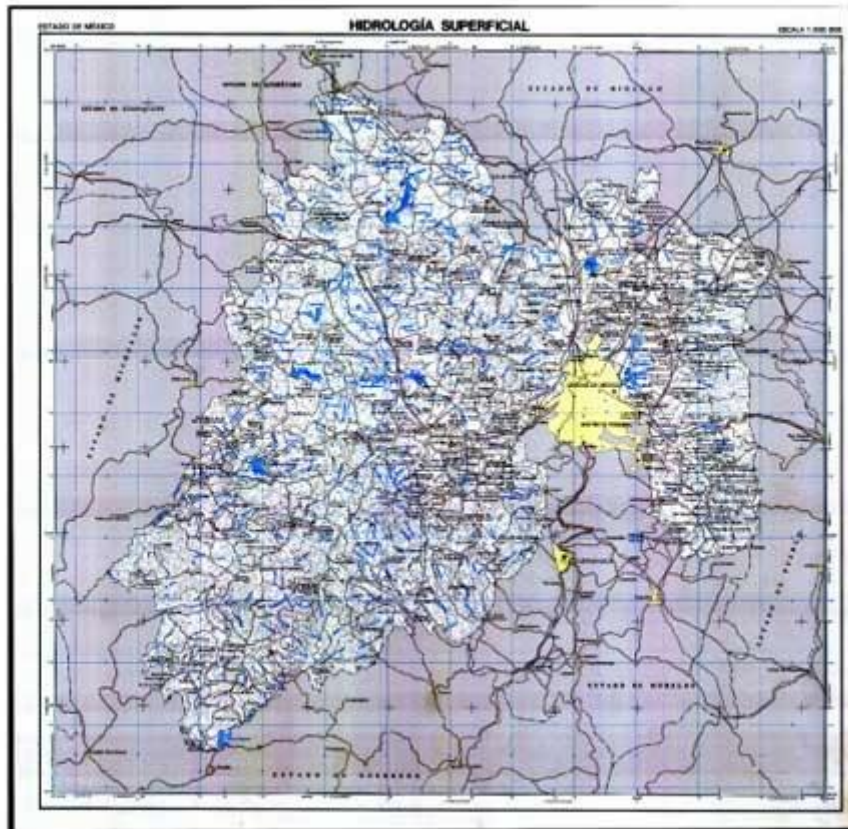
OROGRAFÍA



La orografía del Estado de México está dominada por montañas y valles, de estos, los más importantes son los volcanes: Nevado de Toluca, Popocatépetl, Iztaccíhuatl; los valles: Valle de México y Valle de Toluca, y las Ciénegas de Lerma.



HIDROGRAFÍA



Podemos encontrar en su territorio las principales cuencas de ríos del país, como la del río Lerma que nace en los alrededores de Almoloya del Río y cuyo destino final es el océano Pacífico y el Tula-Moctezuma-Pánuco, alimentado por las corrientes de los ríos Cuautitlán, Salado, Taxhlmay y Rosas a los que se une también el canal artificial que da salida a las aguas negras de la cuenca de México, ambos ríos de una importancia mayúscula para la agricultura y la industria. También presenta corrientes al sur del estado como el río Temascaltepec, el Bejucos y el Tilostoc, este último es el origen del denominado sistema Cutzamala, que aporta el 25% del agua que se consume en México y su zona metropolitana; estas últimas corrientes son parte de la cuenca del Río Balsas.

También hay lagos como la Laguna de Zumpango, el lago Brockman y el lago Nabor Carrillo; en cuanto a las presas están las de Villa Victoria, Valle de Bravo, Huapango, Taxhimay, Danxhó, Tepetitlán, entre otras.

CLIMA

El clima de la zona en general es templado subhúmedo con lluvias en verano y temperatura media entre los 10 y 16° centígrados con precipitaciones entre 500 y 1500 mm. excepto en la depresión del Balsas; en tierra caliente, donde es cálido subhúmedo debido a la baja altitud y en la cima de los volcanes que es polar de altura.

La temperatura media anual es de 14.7 °C, las temperaturas más bajas se presentan en los meses de enero y febrero son alrededor de 3.0 °C. La temperatura máxima promedio se presenta en abril y mayo es alrededor de 25 °C.



Las lluvias se presentan durante el verano en los meses de junio a septiembre, la precipitación media del estado es de 900 mm anuales.

DEMOGRAFIA

El estado de México es la entidad federativa más poblada de la república mexicana. Según los datos que arrojó el II Censo de Población y Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) con fecha censal del 12 de junio de 2010, el estado de México contaba hasta ese año con un total de 15 175 862 habitantes, de dicha cantidad, 7 396 986 eran hombres y 7 778 876 eran mujeres. La tasa de crecimiento anual para la entidad durante el período 2005-2010 fue del 1.6%.⁷ La mayor parte de la población se concentra en los municipios metropolitanos de la Ciudad de México. La ciudad de Toluca es la segunda concentración urbana del estado y la capital estatal.

ECONOMIA

El Estado de México cuya extensión geográfica es apenas el 1.1% del territorio nacional, posee una notable variedad tanto económica como demográfica.

Derivado de políticas regionales, actualmente el Estado de México se divide en 3 zonas geográficas: Valle de Toluca, Zona Oriente y Zona Nororiente, que a su vez comprenden 16 Regiones Socioeconómicas. Cada región cuenta con una vocación económica que las distingue del resto, y por las características peculiares que poseen es menester estudiarlas y conocerlas.

Esta diversidad que distingue a nuestro Estado, es una diversidad que sintetiza los retos y oportunidades de México en el tercer milenio y que sin duda, es nuestra mayor fortaleza.

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| 1.- Región amecameca. | 9.- Región Nezahualcoyotl. |
| 2.- Región atlacomulco. | 10.- Región Tejupilco. |
| 3.- Región Chimalhuacán. | 11.- Región Texcoco. |
| 4.- Región Cuautitlán Izcalli. | 12.- Región Tlalnepantla. |
| 5.- Región Ecatepec. | 13.- Región Toluca. |
| 6.- Región Ixtapan de la Sal | 14.- Región Tultitlan. |
| 7.- Región Lerma. | 15.- Región Valle de Bravo. |
| 8.- Región Naucalpan. | 16.- Región Zumpango. |

La economía mexiquense contribuye un 9.5% al Producto Interno Bruto de México, lo que la posiciona como la segunda economía del país, sólo detrás del Distrito Federal. El PIB estatal está compuesto en un 28% por la industria manufacturera, principalmente de maquinaria y equipo, de electrónicos, automotriz, textil y maquiladora; un 22% por el sector servicios; el 20% por el comercio, hoteles y restaurantes; y el 15% por los servicios financieros y actividades inmobiliarias.

En cuanto a las actividades primarias, el Estado de México destaca en la producción de clavel, crisantemo, rosa y es el estado de México, el mayor productor de floricultura en todo el país; las cuales además exportan a países como Japón, Estados Unidos, Canadá y Reino Unido; en esta entidad también se producen nopal, tuna, xoconostle, zanahoria, papa, chile, calabaza, fríjol, tomate verde, chícharo, maíz en grano, cebada y trigo. Además de ser un estado que a pesar de carecer de litoral (acceso al mar) se posiciona como el primer productor acuícola nacional de trucha y carpa.

En la entidad, operan el 11% de las empresas de todo México, sus grandes parques industriales y la gran fuerza exportadora de sus productos y artesanías (en donde además ocupa el 3 lugar de producción nacional), le confirman su posición como una gran potencia industrial en México



2.2. GENERALIDADES Y LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO.

El puente: “Rio Chilero” está ubicado en la porción sur de la sección occidental de la entidad, ligeramente al suroeste de la ciudad de Toluca y pertenece a la región IV Tejupilco. Ubicado exactamente en el km. 81+020 de la Carretera: Toluca – Cd. Altamirano, Tramo: Temascaltepec – Tejupilco y cruza un río llamado con el mismo nombre que pertenece a San Simón de Guerrero.

Posición Geográfica:

Latitud: 18°59.16´

Longitud: 100°13.90´ de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Altitud: 1577 m

OROGRAFÍA

Las elevaciones orográficas más importantes son: Los Toros, Tejocotes, Los Cimientos, La Avanzada, Cerro Alto o El Calvario, el cerro de La Cumbre y el cerro Colorado.

HIDROGRAFÍA

Entre los ríos más importantes de la municipalidad podemos mencionar: el Grande, El Chilero, La Manzana, La Pilita del Río y el de Cucha o La Perita. Entre los arroyos destacan: El Pelambre, Salitrillo, El Rincón, Mal Paso, Los Pasitos, Colorado, El Potrero y San Juan. Entre los bordos: El Meco, Rincón de los Trigos, de San Diego y el tanque de almacenamiento de La Sierrita.

CLIMA

Es templado subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 17° C; la máxima es de 36° C y la mínima de 1° C. La precipitación pluvial anual es de 1,200 milímetros.

PRINCIPALES ECOSISTEMAS

Flora.- Destacan los bosques pléticos de blondas coníferas; entre la flora destaca el ciruelo silvestre que se encuentra en los montes de la municipalidad. Cedro rojo y blanco, ocote, fresno, eucalipto, encino, colorín, guaje, ciruelo, plátano de hueso, limón, lima, naranja, toronja, café, durazno, granada, manzana, aguacate, Maguey de pulque.

Fauna.- Entre la fauna se encuentra: el venado, tigrillo, gato montés, coyote, zorra, armadillo, zorrillo, tlacuache, víbora mazacuata y coralilla.

CARACTERÍSTICAS Y USO DE SUELO

Los suelos en términos ingenieriles se presentan los tres tipos de zonas tanto de lomas, transición y lago.

La superficie del municipio donde se encuentra el puente Rio Chilero, es de un total es de 12,742.17 hectáreas, que se distribuyen principalmente: para la actividad agrícola 1,648.79; de temporal 1,672.37 de riego 12.42 La actividad pecuaria se desarrolla en una superficie de 1,927.34; la región forestal abarca 8,621.56 y la zona urbana se asienta en 19.58 hectáreas.



DEMOGRÁFICA

De acuerdo a los resultados que presento el II Censo de Población y Vivienda en el 2010, el municipio cuenta con un total de 6,408 habitantes.

VÍAS DE COMUNICACIÓN

La longitud carretera es de 46.80 kilómetros: 13.00 de principales pavimentadas; 6.10 de carretera secundaria pavimentada, 18 de secundaria revestida y 8.58 de caminos rurales revestidos. Pero cabe mencionar que es una de las carreteras principales federal para llegar a Toluca de ciudad Altamirano que cruza por el puente río chilero que le da continuidad a la carretera.

PRINCIPALES SECTORES, PRODUCTOS Y SERVICIOS

Agricultura

Una de las actividades principales de los habitantes del municipio es la agricultura. El volumen de la producción agrícola, según el principal cultivo obtenido: 66.990 toneladas son de avena forrajera, 134,103 de frijol, 722,296 de maíz, 4,095 de trigo, 40,534 de aguacate, 0.010 de alfalfa y 44.099 toneladas de durazno.

Ganadería

Las existencias ganaderas son de: 38,140 cabezas de bovino; 13,773 de porcino; 1,048 de ovino; 16,550 de caprino; 5,597 de equino; 131,470 aves de corral; 235 conejos y 2,107 cajones de colmenas.

Forestal

Se presenta pino y encino.

CENTROS TURÍSTICOS

Entre los principales atractivos turísticos con los que cuenta el municipio de San Simón de Guerrero son: los ríos Grande, de la Manzana y el Chilero con su hermoso puente de cantera de arco de medio punto, de gran belleza arquitectónica y ecológica; los bordos de los Berros (donde abundan los berros y su zona cenagosa donde llegan los anátidos durante el invierno) y el Meco, este último con su hermoso y funcional parque; los cerros de Titipac y del Calvario (zonas arqueológicas por explorar), en este último por su gran belleza vale la pena visitar el acantilado y la exuberante y florida vegetación; los templos de San Gabriel, San Diego (cuyo templo del siglo XVI, es el más antiguo del municipio) y la parroquia de San Simón con su hermosa calzada de acceso; la plaza de la constitución donde también es muy importante su fiesta patronal.

Por todo lo anterior se entiende la necesidad de crear caminos que agilicen el movimiento tanto comercial como el social entre ciudades en crecimiento, y esos caminos la necesidad de puentes para salvar obstáculos que se encuentren a lo largo de su eje y la ampliación transversal del puente río chilero.



1.- LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

" PUENTE RIO CHILERO"



Figura 1.- Croquis de localización del Sitio de Estudio.



AMPLIACIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE “RÍO CHILERO”



UBICACIÓN.

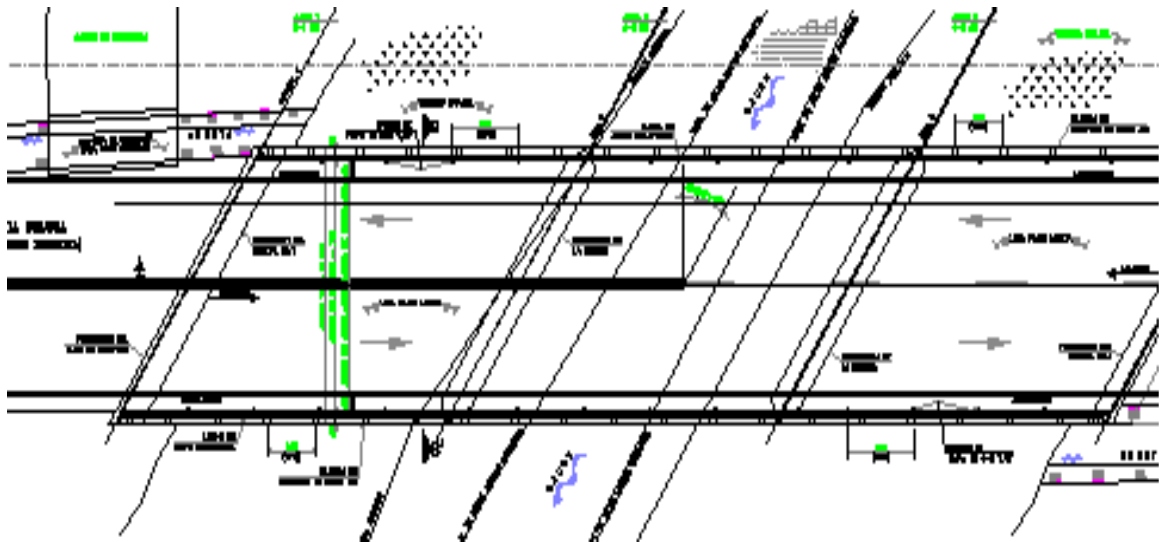
PUENTE:..... RIO CHILERO
 CARRETERA:..... TOLUCA - CIUDAD ALTAMIRANO.
 TRAMO:..... TEMASCALTEPEC – TEJUPILCO.
 KM 81+020
 ORIGEN..... MEXICO.



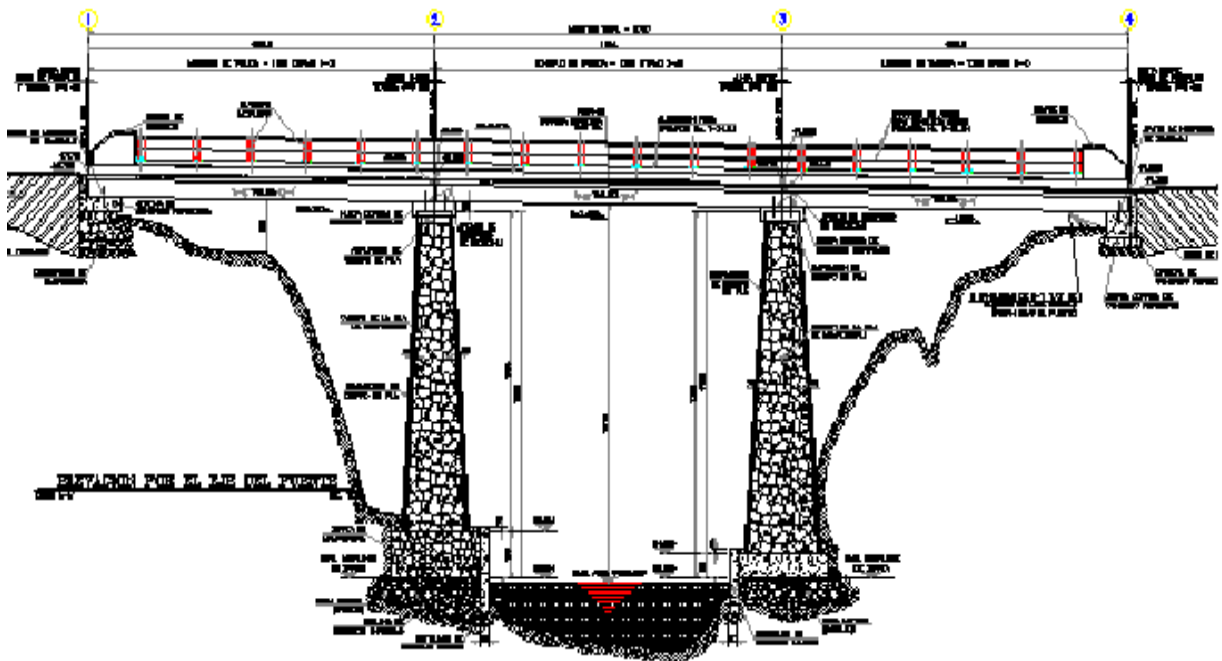
Figura 2.- Croquis de localización del Sitio de Estudio.

2.3 PLANTA Y ELEVACIÓN

PLANTA



ELEVACIÓN:





2.4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE.

Este puente en particular requiere de ampliación transversal del puente: “Rio Chilero”, ubicado en el km. 81+020 de la Carretera: Toluca – Cd. Altamirano, Tramo: Temascaltepec – Tejupilco y cruza un río llamado con el mismo nombre.

Posición Geográfica: Longitud: 100°13.90´
 Latitud: 18°59.16´ Altitud: 1577 m

2.4.1. GEOMETRIA DE LA ESTRUCTURA.

Puente está conformado de tres claros simplemente apoyados, con esviajamiento derecho de 35°. Longitud total igual a 37.87 m. Ancho normal total de calzada de 8.00 m. Ancho esviajado total de calzada de 9.76 m.

Superestructura.

La superestructura está conformada por una losa plana maciza de concreto reforzado, con volados de 0.85 m.

Parapeto, guarnición y pilastras de concreto reforzado, pasa manos de lamina de acero galvanizado.

Tramo	Longitud (cm)
1-2	1261.50
2-3	1264.00
3-4	1261.50

Subestructura,

Se conforma de un estribo-cabezal 1 y 4 de mampostería y concreto reforzado respectivamente, pilas 2 y 3 cuerpo y zapata de mampostería, corona de concreto reforzado, con desplante superficial.

La Dirección General de Conservación de Carreteras (DGCC) tiene a su cargo la atención de los 7,231 puentes de la red federal de carreteras libres de peaje. Se requiere programar su atención oportunamente, en función de los recursos disponibles, y para ello, se utiliza el Sistema de Puentes de México (SIPUMEX). El estado físico de los puentes se denota con una calificación que va de "cero" (puentes que no requieren atención) a "cinco" (condición crítica de los puentes que requieren atención en el año en curso o en el siguiente).

CALIFICACIÓN DE LOS PUENTES	
0	Estructuras recientemente construidas o reparadas, sin problemas.
1	Puentes en buen estado, No requieren atención.
2	Estructuras con problemas menores, plazo de atención indefinido.
3	Daño significativo, reparación necesaria en un plazo de 1 a 2 años.
4	Daño grave, reparación necesaria en un plazo de 1 a 2 años.
5	Daño extremo o riesgo de falla total. Se requiere reparación inmediata o al año siguiente.



Utilizando como parámetros la calificación de los puentes y el tránsito diario promedio anual de vehículos, se obtiene un listado de puentes en orden de prioridad, en el que se incluye el costo estimado de los trabajos requeridos. Este listado da origen al programa de estudios y proyectos de puentes del año en que se realiza la jerarquización y al programa de obras de reconstrucción de puentes del año siguiente.

A continuación se presentan los formatos con los datos originales del puente Río Chilero del año 1971 de SIPUMEX (Sistema de Puentes de México).

2.4.2. REPORTE DE INSPECCIÓN PRINCIPAL (FORMATOS ORIGINALES SIPUMEX)

DGCC/SCT	SIPUMEX	Fecha	Hoja
	Reporte de inspección principal	109.08.0	1/5
Puente: 14-012-00.0-0-06.0 Río Chilero			
Estado.....: México.			
Carretera.....: Toluca – Cd. Altamirano (134).			
Kilometraje.....: 81+020.			
Tramo.....: Toluca – Lim MEX./GRO.			
Año de construcción.....: 1971.			
Año de la última reconstrucción.....: 0.			
Paso Superior / Inferior.....: S.			
Dir. De kmt de la car. princip.....: S.			
Requisitos de inspección.....: 1 Grúa con canastilla (Snooper).			
Número de secciones de inspección.....: 1.			
Colección de datos: Fecha.....: 1997.11.28.			
Iniciales.....: LSB			
Posición geográfica:			
Latitud: 018 gra 59.16 min.		Longitud: 100 gra 13.90 min.	Altitud: 1577 m
Geometría: Número de claros.....: 3			
Longitud de claro mín.....(m): 12.8			
Longitud de claro máx.....(m): 12.8			
Longitud total.....(m): 38.4			
Ancho total.....(m): 8.1			
Ancho del camellón.....(m): 0.0 No aplica.			
Ancho de la banq. Iz.....(m): 0.0 No aplica.			
Ancho de la banq. De.....(m): 0.0 No aplica.			
Ancho de la calzada.....(m): 6.4			
Ancho entre bordillos.....(m): 7.4			
Ancho del acceso.....(m): 10.5			
Área.....(m2): 311			
Puente en curva.....(S/N): N			
Esviamiento.....(gra): 0			
Superestructura. Tipo principal:			
Diseño tipo.....: S			
Diseño de la sección transversal.....: 10 Losa.			
Diseño de la elevación.....: 10 Simpl. Apoyado. Secc. Cons.			
Material.....: 20 Concreto reforzado. In situ			
Superestructura. Tipo secundario:			
Diseño tipo.....:			
Diseño de la sección transversal.....: 91 No aplicable.			
Diseño de la elevación.....: 91 No aplicable			
Material.....: 91 No aplicable			
Subestructura.			
Estribos: Tipo.....: 10 Estribo con aleros integrados.			
Material.....: 10 Mampostería.			



AMPLIACIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE "RÍO CHILERO"



Tipo de cimentación.....: 10 Cimentación directa.

Pilas : Tipo.....: 10 Pila sólida.
 Material.....: 10 Mampostería.
 Tipo de cimentación.....: 10 Cimentación directa.

Detalles.
 Tipo de parapeto.....: 41 Viga acero, pilastras concreto.
 Parapeto inclinado.....: N.
 Tipo de superficies de desgaste.....: 10 Asfalto.
 Tipo de juntas de expansión.....: 12 Angulos / placas vert. de acero.

Tipo de apoyos fijos sobre soportes.: 10 Junta de construcción.
 Tipo de apoyos móviles sobre soport: 10 Junta de construcción.
 Tipo de apoyos fijos en trabes.....: 91 No aplicable.
 Tipo de apoyos móviles en trabes: 91 No aplicable.

Carga de diseño.....: HS-20
 Cl. De distrib. de carga.....: 2 Distribución en 1 dirección.

Obstáculo que cruza:
 Tipo de paso.....: 30 Río o arroyo
 Ident. De la carretera.....: Kmt.....:
 Nombre de la carretera.....:

Espacio libre:
 Sobre el puente.....(m): I : IM: DM: D:
 Bajo el puente.....(m):. I:15.00 IM:15.00 IM:15.00 D:15.00

Propietario.....: 101 DGCC/SCT (RED SECUNDARIA)
 Cooperador.....: 14 MEXICO
 Resp. De la inspec.....: 14 MEXICO
 Proyectista.....: 0 DESCONOCIDO.

Observaciones:

DGCC/SCT	SIPUMEX	Fecha	Hoja
	Reporte de inspección principal	109.08.0	3/5
Puente: 14-012-00.0-0-06.0 Rio Chilero			
Resumen cronológico:	Fecha	Actividades	
	1993.12.05	Inspección principal	
	1995.03.07	Inspección principal	
	1997.11.28	Inspección principal	
	2000.09.27	Inspección principal	
	2001.10.12	Inspección principal	
	2004.09.29	Inspección principal	
	2006.08.31	Inspección principal	
	2008.09.05	Inspección principal	
Ultima inspección principal.			
Fecha:	2008.09.05	Iniciales: LSB	Tiempo: NUBLADO
			Temperatura:18
Tránsito: TPD	TPDA.....: 11773		
	Carros %: 79		
	Autobuses %: 6		
	Camiones %: 15		
Año de la próxima inspección: 2011			



AMPLIACIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE “RÍO CHILERO”



DGCC/SCT	SIPUMEX	Fecha	Hoja
	Reporte de inspección principal	109.08.0	4/5
Puente: 14-012-00.0-0-06.0 Rio Chilero			

Nú. Componente	Descripción del daño: Tipo de daño	Fotos	Califi	Manten	Ins. Esp	Obras de reparación			
						IP	Cant	Año	Costo
1.	SUPERFICIE DE PUENTE Se requiere ampliación de calzada. Otro.	0	2	-					
2.	JUNTAS DE EXPANSIÓN Instalar junta sellada. Infiltración de agua. Asentamiento / Movimiento	0	4	-		B	32	2009	48.000
3.	PARAPETO/PASAMANOS Limpieza y pintura.	0	2	-					
4.	CONOS/TALUDES Restituir material de relleno Erosión / Socavación	0	3	+		A	30	2009	10.500
5.	ALEROS	0	2	-					
6.	ESTRIBOS Restitución de material de relleno y construir protección de estribos contra erosión. Erosión / Socavación.	0	3	+		B	50	2009	65.000
7.	PILAS Presenta deterioro por escurrimiento de agua a través de junta. Invasión de vegetación en corona, superficie de pilas y estribos. Descomposición.	0	3	-		C	54	2009	135.000
8.	APOYOS	0	2	-					
9.	LOSA Limpieza y resane. Daño en concreto / corro. Acero	0	3	+		B	30	2009	21.000
12.	CAUCE Socavación pila sur. Limpieza del cauce. Proteger. Erosión / Socavación	0	3	+		C	20	2009	10.000
14.	PUENTE EN GENERAL	0	3	-					



CAPITULO III



FES Aragón



3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.-

Se realizó una inspección detallada incluyendo la realización de un levantamiento preciso del puente y verificando las zonas aledañas para constatar las características y condiciones físicas del sitio del puente.

En la inspección del puente se realizó los siguientes trabajos.

Trabajo de campo:

- Levantamiento Geométrico y de Daños:

1. Se verificó la ubicación y nombre del puente programado para su inspección.
2. Se tomaron las medidas de seguridad necesarias previas a la inspección de campo.
3. La inspección fue visual, física y de diagnóstico del comportamiento de la superestructura al paso de cargas móviles como la de un T3-S3 y T3-S2-R4.
4. Medición con fluxómetro y cinta de todo el puente; claros, anchos, peraltes y espesores de todos los componentes del puente.
5. Se tomaron fotos panorámicas, de detalles y de todos los daños visibles del puente.
6. Daños comunes en los componentes de concreto como agrietamientos, escamas, desconchamientos, afloramientos, desgastes, daños de colisión, pulidos y sobrecarga.
7. Daños en los componentes de acero en este caso parapeto y barrera de protección de acero galvanizado.
8. Daños en las juntas de dilatación.
9. Daños en las placas de apoyos de neopreno ubicados entre superestructura y subestructura.
10. Accesos al puente y obras complementarias, como son cunetas, puente canal de acceso a ranchería.

Elementos que se inspeccionaron:

1. La subestructura: Estribo 1, pila 2, pila 3 y estribo 4.
2. La superestructura: Losa Maciza de concreto reforzado, tramos 1-2, 2-3 y 3-4.
3. Componentes del puente: Parapeto, juntas y apoyo entre superestructura y subestructura.

Para la elaboración del estudio y proyecto ejecutivo de la modernización y rehabilitación del puente “Rio Chilero”, se realizaron los siguientes trabajos para la ampliación transversal del puente de dos carriles existentes a tres carriles de proyecto. Para alcanzar este objetivo, a continuación se da una descripción de los trabajos realizados en campo y gabinete.

3.2 EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS

Equipo y/o herramienta para la inspección en campo:

1. Equipo de seguridad para el personal de inspección.-
 - Chalecos reflejantes
 - Casco.
 - Botas.
 - Gafas.



2. Herramienta para limpieza.-
 - Cepillo de alambre.
 - Cinturón de seguridad.
 - Machete.
 - Martillo de golpe.
 - Navaja multiusos.
 - Cinturón de herramientas.
 - Pala plana.
 - Cinzel.
 - Desatornillador.
3. Herramienta para ayuda visual y medición.-
 - Binoculares.
 - Cinta de 30 y 50 m.
 - Nivel de carpintero de 1 m.
 - Vernier.
 - Crayola o tiza.
 - Tripie.
 - Estadal.
 - Fluxómetros de 5 y 10 m.
 - Plomadas.
 - Lupas micrométricas.
 - Medidor de grietas óptico.
 - Estación total.
 - Prismas.
4. Equipo para la documentación.-
 - Cámaras fotográficas.
 - Libreta de campo.
5. Herramientas para acceso.-
 - Escaleras telescópicas de 6 y 10 m.
 - Correa de seguridad.
 - Arneses.
 - Cuerdas o lasos.
6. Herramientas para misceláneos.-
 - Caja de herramienta (llaves).
 - Radios (walkie-talkies)
 - Botiquín de primeros auxilios.
 - Linterna.
7. Equipo de señalamiento para inspección de calzada.-
 - Conos de plástico.
 - Bandereros.
 - Triángulos.

3.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PUENTE:

1. La superficie de desgaste es de carpeta asfáltica de espesor promedio $e = 10$ cm.
2. El trazo geométrico horizontal de la estructura y los accesos es en tangente y el trazo vertical es en columpio.
3. Los dispositivos de apoyo son de cartón asfaltado completamente deteriorados.
4. El espacio libre vertical mínimo bajo el puente es de 12.23 m.
5. Las juntas de dilatación 1, 2, 3 y 4, ya no son estancas; el dispositivo de dilatación ya no existe, únicamente existen las placas de acero adosadas a la losa y muros de respaldo.

Puente está conformado de tres claros simplemente apoyados, con esviajamiento derecho de 35° . Longitud total igual a 37.87 m. Ancho normal total de calzada de 8.00 m. Ancho esviado total de calzada de 9.76 m.



Superestructura.

La superestructura está conformada por una losa plana maciza de concreto reforzado, con volados de 0.85 m.

Parapeto, guarnición y pilastras de concreto reforzado, pasa manos de lamina de acero galvanizado.

Tramo	Longitud (cm)
1-2	1261.50
2-3	1264.00
3-4	1261.50

Subestructura,

Se conforma de un estribo-cabezal 1 y 4 de mampostería y concreto reforzado respectivamente, pilas 2 y 3 cuerpo y zapata de mampostería, corona de concreto reforzado, con desplante superficial.

3.3.1. Descripción de daños y/o deficiencias observadas.

La estructura del Puente “Rio Chilero” en sus condiciones antes de la remodelación y ampliación presenta diversos problemas, entre los cuales se mencionan:

Antes de llegar al puente de acuerdo al cadenamiento de origen la ampliación de la carretera ya se construyo a tres carriles y el ancho del puente actual es para dos carriles.

La salida del puente es de dos carriles.

Las juntas de dilatación 1, 2, 3 y 4 transversales no presentan dispositivo de estanque, ocasionando que el escurrimiento del agua caiga entre estas juntas, deteriorando a la losa, corona de la subestructura y cuerpo de mampostería de las dos pilas.

La pila 2, presenta erosión y socavación local.

La pila 3, tiene indicios de erosión entre la roca de desplante y la mampostería de la zapata.

La carpeta asfáltica en los accesos inmediatos al puente presenta deformaciones, asentamientos y baches.

El cartón asfaltado está completamente deteriorado, entre la corona de la subestructura y la base de la losa plana maciza (en todos los apoyos).



3.3.2. REPORTE DE INSPECCIÓN DEL PUENTE.

JEFE DE BRIGADA: **ING. MARGARITO MATAMOROS TOVAR** FECHA DE INSPECCIÓN: **AGOSTO-2009**

1.- CARRETERA: Toluca – Cd. Altamirano. Colineal a la carretera: _____
 Transversal a la carretera: _____

2.- TRAMO: Temascaltepec – Tejupilco.

3.- KILÓMETRO: 81+020

4.- ORIGEN: Toluca, Estado de México.

5.- NOMBRE: RIO CHILERO No. de SIPUMEX: 14-012-00.0.0.06.0
 ESTADO: De México.

6a.- CLASIFICACIÓN DEL CAMINO B2

Observación: Puente de tres claros, simplemente apoyados.
 Año de construcción: 1971 Año de última reconstrucción: No se observo ninguna
 Cruce: Rio. Reconstrucción: _____

7.- TIPO DE SUPERESTRUCTURA:
 CONCRETO REFORZADO: X CONCRETO PRESFORZADO: _____

8.- TIPO DE SUBESTRUCTURA:
 ESTRIBO: CONCRETO _____ MAMPOSTERÍA X
 PILAS: CONCRETO _____ MAMPOSTERÍA X

9.- SUPERFICIE DE RODAMIENTO:
 CARPETA ASFÁLTICA: X CONCRETO HIDRÁULICO: _____
 Espesor.- 15 y 10 cm.
 15 cm carril derecho y 10 cm carril izquierdo.

ESTADO: Con baches, grietas longitudinales, asentamientos, hundimientos, desintegración de la carpeta y desprendimientos de agregados. En los acotamientos hay tierra, arena y pasto.



10.- TRAZO GEOMÉTRICO:

EN PLANTA:	TANGENTE: <u> X </u>	EN ELEVACIÓN:	TANGENTE: <u> </u>
	CURVA		CRESTA: <u> </u>
	DERECHA: <u> </u>		COLUMPIO: <u> X </u>
	CURVA		
	IZQUIERDA: <u> </u>		

11.- TABLERO:

NORMAL: **ESVIAJAMIENTO, GRADOS:** **A LA DERECHA:** 35°

12.- JUNTA DE EXPANSIÓN.

EXISTE: X **NO SE OBSERVA:** **NO EXISTE:**

DESCRIPCIÓN: La junta 1, está cubierta por la carpeta asfáltica, en las juntas 2, 3 y 4 no hay ningún dispositivo de dilatación, solo se observa las placas de acero adosadas a la losa y muro de respaldo. Hay escurrimiento de agua en las cuatro juntas.

ESTADO: Las placas de acero están oxidadas y el escurrimiento del agua está deteriorando a los elementos de concreto y de mampostería.

13.- APOYOS: [Entre Superestructura y Subestructura]

NEOPRENO:	<u> </u>	PLOMO:	<u> </u>	METÁLICO:	<u> </u>
PLACA DE ACERO:	<u> </u>	CON BANCO:	<u> </u>	TEFLÓN:	<u> </u>
NEOPRENO INTEGRAL (neopreno y acero):	<u> </u>	CON		NO EXISTE:	<u> </u>
OTRO, ESPECIFICAR:	<u> </u>	MECEDORA:			
		Cartón asfaltado.			

DESCRIPCIÓN: En la base de las coronas de cabezales 1, 4, y pilas 2, 3.

ESTADO: Totalmente deteriorado.

14.- PARAPETO: [Guarniciones, Banquetas y remates]

DESCRIPCIÓN: Guarnición y pilastras de concreto reforzado y lamina de acero galvanizado. No tiene remates ni banquetas.

ESTADO: Las caras laterales de la guarnición y volado de losa están deteriorados y no tienen pintura.
 Un tramo de la lamina esta doblado, lado aguas arriba.



AMPLIACIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE "RÍO CHILERO"



15.- SUPERESTRUCTURA:

EXTREMOS: - TOTAL: -
DIAFRAGMAS:
 INTERMEDIOS: -

DESCRIPCIÓN: No tiene.

TRABES: NUMERO: -

DESCRIPCIÓN: No tiene.

LOSA:

DESCRIPCIÓN: Losa plana maciza de concreto reforzado de peralte total igual a 66 cm.
 De ancho total de 800 cm. Y volados de 85 cm.

ESTADO: En la zona de juntas el escurrimiento del agua está deteriorando al concreto.
 En el tramo 1-2 hay una oquedad de 10 x 10 cm.
 El estado en general es regular.

Flechas:

SE APRECIAN: NO SE APRECIAN: **X** MANDAR MEDIR:

Manchas:

SE APRECIAN: **X** NO SE APRECIAN: LUGAR: Entre juntas de dilatación.
 DESCRIPCIÓN: Oscuras y blancas.

Fisuras:

SE APRECIAN: NO SE APRECIAN: **X** LUGAR:

16.- ESTADO DEL CAUCE:

A LOS LADOS DEL PUENTE EXISTE:

RIÓ: **X** CARRETERA: POSTES DE LUZ: **X**
 PUENTE: **X** VEGETACIÓN: **X** ACCESOS: **X**
 PRESA: ALCANTARILLA: OTRO: **X**

ESPECIFICAR: El puente antiguo esta 40 m. aguas abajo. Otro, 3 mangueras de plástico de 1", bajo el tramo 3-4.

EFECTOS DE SOCAVACIÓN:

SE APRECIA: **X** NO SE APRECIA:

DESCRIPCIÓN: En la zapata de la pila 2 hay erosión de la mampostería.
 Socavación incipiente en la zona de apoyo de la zapata de la pila No 2,
 tramo 2-3.



ENCAUZAMIENTO:

DEFINIDO:

X

EN TANGENTE: X O'

CURVA: _____

INDEFINIDO: _____

OBSTRUCCIÓN:

SE APRECIA: _____

NO SE APRECIA: X

17.- ESTADO DE LA SUBESTRUCTURA:

SOCAVACIÓN:

SE APRECIA: X

NO SE APRECIA: _____

DESCRIPCIÓN

(Indicar lugar y tipo):

En la pila 2 existe erosión de la zapata de la mampostería y socavación bajo la zapata de mampostería en la zona de paso de la corriente de agua del río (tramo 2-3)

En la pila 3 se observa inicio de erosión, separación entre la zapata de mampostería y la roca.

DAÑOS DE IMPACTO:

SE APRECIA: _____

NO SE APRECIA: X

HUNDIMIENTOS:

SE APRECIAN: _____

NO SE APRECIAN: X

MANDAR MEDIR: _____

DESPLOMES:

SE APRECIAN: _____

NO SE APRECIAN: X

MANDAR MEDIR: _____

AGRIETAMIENTOS:

SE APRECIAN: _____

NO SE APRECIAN: X



18.- REVISIÓN DE ACCESOS Y CONOS DE DERRAME:

		ACCESOS:			
ENTRADA:	EN TALUD:	_____	SALIDA:	EN TALUD:	_____
	EN CORTE:	<u> X </u>		EN CORTE:	<u> X </u>
	A NIVEL:	_____		A NIVEL:	_____
		-			-
		HUNDIMIENTO.-	_____		
		DETERIORO.-	<u> X </u>		

			-		

DESCRIPCIÓN: (Indicar lugar y tipo): Deterioro en los dos accesos del puente.

ESTADO: Con baches, grietas longitudinales, asentamientos, hundimientos, desintegración de la carpeta y desprendimientos de agregados.

19.- DRENES:

SUPERESTRUCTURA:

		ESCURRE:			
EXISTE:	<u> X </u>	_____	NO ESCURRE:	_____	NO EXISTE: _____
				<u> X </u>	
DESCRIPCIÓN:	Material.-	<u>De tubo de acero.</u>	Ø =	<u> 3" </u>	
ESTADO:	<u>El tubo de acero esta oxidado y lado aguas abajo tres drenes requieren de extensión vertical. Parcialmente azolvados.</u>				

SUBESTRUCTURA:

		ESCURRE:			
EXISTE:	_____	_____	NO ESCURRE:	_____	NO EXISTE: <u> X </u>

DESCRIPCIÓN:	Material.-	_____	Ø =	_____	
ESTADO:	<u>Por su aspecto físico, no se requiere la construcción de estos.</u>				



20.- SEÑALAMIENTO:

LETRERO VERTICAL CON NOMBRE DEL PUENTE:	REDUCCIÓN DE ACOTAMIENTO EN ACCESOS:
ENTRADA: EXISTE: <u> X </u> NO EXISTE: _____	ENTRADA: EXISTE: <u> X </u> NO EXISTE: _____
SALIDA: EXISTE: <u> X </u> NO EXISTE: _____	SALIDA: EXISTE: <u> X </u> NO EXISTE: _____
ESTADO: <u> Bien. </u> <u> Requieren de limpieza. </u>	ESTADO: <u> Bien. </u> <u> Requieren de limpieza. </u>

21. ALUMBRADO:

EXISTE: _____ NO EXISTE: X

DESCRIPCIÓN: Por su ubicación alejada de la población, no se requiere.

22.- MANTENIMIENTO:

DESCRIPCIÓN:

- Limpieza de la superficie de rodamiento, acotamientos, drenes y juntas.
- Limpieza del señalamiento vertical.
- Bacheo de la superficie de rodamiento.
- Sellar la junta fría entre el volado de losa y guarnición.
- Limpieza de las caras laterales del volado de losa y guarnición.
- Pintura en las caras laterales del volado de losa y guarnición.
- Limpieza de los cabezales 1 y 4.
- Limpieza de las coronas y cuerpo de las pilas 2 y 3.
- Limpieza y retiro de toda materia extraña de las oquedades e imperfecciones de la losa.

23.- REPARACIÓN:

DESCRIPCIÓN:

- Adecuación de nuevas juntas de dilatación.
- Gateo vertical de la superestructura tramo por tramo y retiro de toda materia extraña bajo el zoclo, banco de la losa y corona de la subestructura.
- Colocación de nuevos apoyos de neopreno integral.
- Protección contra socavación de la zapata de la pila 2 y 3.



24.- OTRAS PARTICULARIDADES:

DESCRIPCIÓN: Adecuar un nuevo parapeto con banquetas y remates.
Ampliar el ancho de la estructura para alojar al menos tres carriles de
circulación y
Banquetas peatonales, para evitar accidentes.

25.- CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA (DGCC):

GRADO: “A” X
 “B” _____
 “C” _____

GRADO A: PUENTES O ESTRUCTURAS QUE PRESENTAN UNA O MÁS DEFICIENCIAS GRAVES QUE IMPLICAN UN PELIGRO INMINENTE PARA LA SEGURIDAD PÚBLICA O QUE PUEDAN OCASIONAR LA INTERRUPCIÓN PROLONGADA DEL TRANSITO SOBRE EL PUENTE, ESTOS PUENTES **REQUIEREN DE ATENCIÓN INMEDIATA.**

GRADO B: Puentes o estructuras que presentan una o más deficiencias importantes, que de no atenderse pueden evolucionar hacia deficiencias graves, estos puentes **requieren de atención a mediano plazo.**

GRADO C: PUENTES O ESTRUCTURAS QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS MENORES CON EVOLUCIÓN LENTA, ESTOS PUENTES **REQUIEREN DE TRABAJOS RUTINARIOS.**

26.- ESCALA DE CLASIFICACIÓN DE SIPUMEX: Clasificación.

- 0 Estructura recientemente construidas o reparadas sin problemas.
- 1 Puentes en buen estado. No requieren atención.
- 2 Estructuras con problemas menores, plazo de atención indefinido.
- 3 Daño significativo, reparación necesaria en un plazo de 4 a 6 años.
- 4 Daño importantes, reparación necesaria en un plazo de 2 a 4 años.
- 5 Daño extremo, requieren de atención en un plazo no mayor a 2 años.



AMPLIACIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE "RÍO CHILERO"



Numero de Componente	Descripción del daño y/o tipo de daño	Calificación (SIPUMEX)
1	Superficie del puente: Con baches, grietas longitudinales, asentamientos, hundimientos, desintegración de la carpeta y desprendimientos de agregados. En los acotamientos hay tierra, arena y pasto.	3
2	Junta de expansión: Las placas de acero están oxidadas y el escurrimiento del agua está deteriorando a los elementos de concreto y de mampostería	5
3	Banqueta / Camellón: No aplica.	-
4	Parapeto / Pasa manos: Un tramo de lámina de acero galvanizado esta doblada.	3
5	Conos / Talud: No aplica.	-
6	Aleros: El alero del cabezal 1 en la margen derecha está bien.	3
7	Estribos / Cabezales: Deteriorados por la filtración de agua, presentan humedad, musgo fresco, manchas oscuras y verdes	3
8	Pilas: En la pila 2 existe erosión de la zapata de la mampostería y posiblemente socavación en la zona de paso de la corriente de agua del rio. Deterioradas por la filtración de agua, presentan humedad, musgo fresco, manchas oscuras y verdes. En el cuerpo de la pila y coronas.	4
9	Apoyos: El cartón asfaltado está completamente deteriorado.	4
10	Losa: Deterioradas por la filtración de agua, presentan humedad, manchas blancas y verdes. Entre juntas, base de apoyo, zoclos y bancos. Ancho de calzada escaso.	5
11	Trabes: No aplica.	-
12	Cauce: Definido, funcionamiento regular, ampliar área hidráulica en tramos 1-2 y 3-4.	3
13	Muros de respaldo: En la junta 1, el muro esto cubierto por la carpeta asfáltica, existen rastros de filtración, la junta 4 se observa la separación (e = 5 cm.) entre losa y muro de respaldo, en la separación de la junta se filtra el agua deteriorando al muro de respaldo.	3
	Puente en general: Daños importantes, reparación necesaria en un plazo de 2 a 4 años.	4



**3.3.3. REPORTE FOTOGRÁFICO DEL PUENTE:
PUENTE: “RÍO CHILERO”**



Fotografía No. 1

PANORÁMICA LONGITUDINAL DEL PUENTE
Lado Aguas Arriba. Vista hacia Aguas Abajo.

Descripción: Puente de tres claros simplemente apoyados, con esviajamiento derecho de 35°. Longitud total igual a 37.87 m. Ancho normal total de calzada de 8.00 m. Superestructura, losa plana maciza de concreto reforzado, con volados de 0.85 m. Subestructura, estribos 1 de mampostería y corona de concreto reforzado, el estribo 4 de concreto reforzado y pilas 2 y 3 con cuerpo de mampostería y corona de concreto reforzado; con desplante superficial apoyada en roca basáltica. Guarnición y pilastras de concreto reforzado, pasa manos de lamina de acero galvanizado



Fotografía No. 2

Señalamiento vertical con el nombre del puente y reducción de acotamiento. En el acceso, tramo 3-4. Vista hacia Temascaltepec.



Fotografía No. 3

Panorámica transversal del puente. Observamos la carpeta asfáltica, señalamiento vertical de reducción de acotamiento, guarnición y pilastras de concreto y pasa manos de lamina de acero galvanizado. Del tramo 3 al 1. Vista hacia Temascaltepec.



Fotografía No. 4

Acotamiento, guarnición y pilastras de concreto y pasamanos de lámina de acero galvanizado. Lado aguas arriba de la junta 4 a la junta 1.

Daños: Acotamiento con tierra, hierba y basura, los drenes están tapados parcialmente.



Fotografía No.5

Detalle del acotamiento, guarnición y pasamanos de lámina de acero galvanizado. Lado aguas arriba de la junta 3 a la junta 1.

Daños: Un tramo de la lamina esta doblado, acotamiento, con tierra, basura y hierba, los drenes están tapados parcialmente.



Fotografía No. 6

Junta 4, se marca el espesor del muro de respaldo sobre la carpeta asfáltica.

Daño: La carpeta asfáltica en esta zona está bastante deteriorada. Hay filtración de agua entre el muro de respaldo y límite de la losa.



Fotografía No. 7

Junta 3, no se observa ningún dispositivo de dilatación solo vemos tierra y pasto.

Daño: Entre tramos hay filtración de agua.



AMPLIACIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE "RÍO CHILERO"



Fotografía No. 8

Junta 2, no se observa ningún dispositivo de dilatación solo vemos tierra, pasto y la carpeta asfáltica agrietada.

Daño: Entre tramos hay filtración de agua.



Fotografía No. 9

Vista general de la superficie de rodamiento. Del tramo 1-2 al tramo 3-4. A la izquierda de la foto vemos el acotamiento lado aguas abajo.

Daño: La carpeta asfáltica sobre el puente y accesos está muy deteriorada.



Fotografía No. 10

Junta 3 y guarnición en el volado de losa. No hay ningún dispositivo de dilatación entre las placas de acero adosadas al volado de las losas.

Daño: El escurrimiento del agua está deteriorando a la corona y cuerpo de la pila 3.



Fotografía No. 11

Vista hacia aguas arriba.



Fotografía No. 12

Vista hacia aguas abajo.



Fotografía No. 13

Cabezal 4 de concreto reforzado.

Daño: Manchas oscuras, verdes y blancas con humedad en el cabezal.



Fotografía No. 14

Volado de losa, dren de acero de $\varnothing = 3''$, muro de respaldo y alero del cabezal 4. Margen derecha aguas arriba.

Daño: Manchas blancas en el muro de respaldo y losa, musgo en la corona y dren oxidado.



Fotografía No. 15

Pila 2, corona de concreto reforzado y cuerpo de mampostería. Tramo 1-2. La losa tiene banco y zoclo de sección variable.

Daño: Manchas oscuras y verdes con y musgo cubriendo a la corona de concreto reforzado y a las pilas.



Fotografía No. 16

Losa maciza del tramo 1-2 apoyada en la corona y cuerpo de la pila 2.

Daño: Manchas oscuras y musgo cubriendo a la corona de concreto reforzado.



Fotografía No. 17

Detalle de losa tramo 1-2.

Daño: Oquedad en el concreto mal vibrado, hay un panal de avispas adentro.



Fotografía No. 18

Pila 2, tajamar lado aguas abajo, tramo 1-2.

Daño: Observamos la humedad, musgo y arbustos en la corona y cuerpo del estribo.



Fotografía No. 19

Pila 2, vista hacia aguas arriba, tramo 2-3.

Daño: Existe erosión de la zapata de la mampostería y posiblemente socavación en la zona de paso de la corriente de agua del río. El deterioro por la humedad en el tajamar es en toda su altura.



Fotografía No. 20

Pila 2, tajamar lado aguas abajo.

Daño: El deterioro por la humedad en el tajamar es en toda su altura y crecimiento de musgo en la pila de mampostería.



Fotografía No. 21

Junta 2 entre tramos, corona de la pila 2 y pilastras y la lamina de acero galvanizado.

Daño: En el volado del tramo 1-2, un dren no tiene extensión, una pilastra fracturado y humedad y arbustos en crecimiento en la corona.



Fotografía No. 22

Zapata de la pila 2, vista hacia aguas abajo, tramo 2-3.

Daño: Existe erosión de la zapata de la mampostería y posiblemente socavación en la zona de paso de la corriente de agua del río.



Fotografía No. 23

Pila 3. Cuerpo y zapata de mampostería, corona de concreto reforzado. Cimentación superficial apoyada en roca. Tajamar lado aguas arriba.

Daño: Mampostería y concreto deteriorados por el escurrimiento del agua.



Fotografía No. 24

Corona de la pila 3. Tajamar lado aguas abajo

Daño: El escurrimiento de agua que se filtra entre la junta de la superficie de rodamiento está deteriorando a la pila, observamos humedad y musgo verde.



Fotografía No. 25

Zapata de la pila 3. Vista hacia aguas abajo.

Daño: Entre la zapata y la roca el material se está erosionando.



Fotografía No. 26

Zoclo de la losa plana y cabezal 4. Tres mangueras de plástico de $\varnothing = 1"$.

Daño: Cabezal con manchas oscuras, verdes y humedad.



Fotografía No. 27

Cuneta de concreto en la margen izquierda lado aguas abajo.

Daño: La cuneta se corta bruscamente en este punto.



Fotografía No. 28

Cuneta de concreto en la margen izquierda lado aguas abajo.

Daño: La cuneta presenta fracturas en el concreto.



Fotografía No. 29

Camino a zona de cultivo, margen derecha lado aguas arriba.



3.4 ESTUDIOS PREVIOS

Estudios básicos.

Antes de proceder con el diseño del proyecto de un puente, es indispensable realizar los estudios básicos que permitan tomar conocimiento pleno de la zona, que redunde en la generación de información básica necesaria y suficiente que concluya en el planteamiento de soluciones satisfactorias plasmadas primero en anteproyectos y luego en proyectos definitivos reales, y ejecutables.

El proyectista deberá informarse adecuadamente de las dificultades y bondades que le caracterizan a la zona antes de definir el emplazamiento del puente. Emplazamiento que deberá ser fruto de un estudio comparativo de varias alternativas, y que sea la mejor respuesta dentro las limitaciones (generación de información) y variaciones de comportamiento de los cambios naturales y provocados de la naturaleza.

Debe igualmente especificar el nivel de los estudios básicos y los datos específicos que deben ser obtenidos. Si bien es cierto que los datos naturales no se obtienen nunca de un modo perfecto, estos deben ser claros y útiles para la elaboración del proyecto. Las especificaciones y metodología a seguir para la realización de los estudios básicos no son tratados en esta obra. Los estudios básicos deben ser realizados de acuerdo a los requerimientos del proyectista, por personal especializado, con experiencia, y según los procedimientos que se establecen en los manuales especializados de ingeniería de puentes, que en general son más exigentes que lo requerido para las edificaciones.

Como parte de los estudios básicos, es igualmente recomendable realizar un estudio y la inventariación de la disponibilidad de materiales, infraestructura instalada, mano de obra especializada, equipos, y otros que el proyectista considere de utilidad.

3.5 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

Un estudio topográfico es el conjunto de actividades, de campo y gabinete, necesarias para representar gráficamente y una escala convenida, la topografía de un lugar mediante sus proyecciones horizontales (planimetría) y verticales (altimetría), identificando sobre ésta cuando así se requiera, los puntos característicos de las obras que existan en el lugar y de las que se proyecten.

Para el caso del puente, el estudio topográfico sirve para trazar, nivelar y referenciar en el campo los ejes definitivos de los diversos elementos, los cabezales, las pilas y los elementos de cimentación, así como para obtener los perfiles y sus secciones transversales, con el propósito de proveer al proyectista de la información topográfica que le permita ejecutar la ingeniería de detalle para elaborar el proyecto ejecutivo correspondiente. También los trabajos sirven para realizar el estudio topo-hidráulico del puente.

Condiciones del Sitio.

La topografía es básica para desarrollar el proyecto de ampliación y modernización de este puente considerando las condiciones geométricas de trazo del puente, en planta en tangente, en elevación en columpio, esviajamiento derecho de 35° y topográficas del lugar; a 78.00 m. de distancia con respecto al centro de la longitud total del puente del acceso hay una curva horizontal derecha.



La topografía se realizó con equipo de precisión como es la estación total; el personal a cargo de este levantamiento fue un ingeniero topógrafo con experiencia en estos trabajos.

El Sitio en Estudio se localiza sobre la carretera Toluca - Cd. Altamirano en el tramo Temascaltepec - Tejupilco Km 81+020

1. La Topografía de la zona es montañosa.
2. En el cauce del río así como en las márgenes del mismo se encuentran afloramientos de roca del tipo basal color gris oscuro.

La información recopilada se plasmó en los planos que se encuentran en los anexos:

3.6. PRUEBA A LOS MATERIALES EN LOSA.

Con el fin de conocer las características estratigráficas del subsuelo en el sitio se decidió llevar a cabo la exploración basada en la extracción de corazones de roca en los puntos en donde se proyecta prolongar los apoyos que soportarán al puente y que estarán dentro del cauce del río.

Así también para conocer la resistencia de la losa plana maciza de concreto se realizó la extracción de corazones de concreto en los extremos de la losa y centro de carriles, con el fin de obtener la resistencia a la compresión.

La tabla 4.1 muestra los resultados de los ensayos de laboratorio, resistencia de núcleos de concreto en la superestructura.



Puente: **Río Chilero.**
 Carretera: **Toluca - Ciudad Altamirano.**
 Tramo: **Temascaltepec-Tejupilco.**
 Km.: **81+020**
 Origen: **México.**

4.1 Resistencia de núcleos de concreto en la superestructura.

Resultados de los ensayos de laboratorio.

TABLA I: RESISTENCIAS DE NÚCLEOS DE CONCRETO DE LA LOSA.

No.	TAMAÑO DE LA BROCA Ø	DIRECCIÓN DE LA PERFORACIÓN.	LONGITUD DE LA EXTRACCIÓN. (cm)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm.)	ALTURA ANTES DEL CABECEO. (cm.)	ALTURA DESPUÉS DEL CABECEO. (cm.)	RESISTENCIA CORREGIDA POR ESBELTEZ. (Kgf/cm ²)	TIPO DE FALLA	LOCALIZACIÓN
MC-1	2”	Vertical	10.0	4.4	8.1	8.5	329	1	Extremo de losa.
MC-2	2”	Vertical	10.0	4.4	8.1	8.5	276	1	Extremo de losa.
MC-3	2”	Vertical	10.0	4.4	8.0	8.4	316	1	Extremo de losa.
MC-4	2”	Vertical	10.0	4.4	8.0	8.3	335	1	Eje de losa.
MC-5	2”	Vertical	10.0	4.4	8.0	8.2	327	1	Eje de losa.
MC-6	2”	Vertical	10.0	4.4	8.1	8.4	310	1	Eje de losa.



3.6.1. REPORTE FOTOGRÁFICO DE LA EXTRACCIÓN DE LOS NÚCLEOS DE CONCRETO Y ROCA.

PUENTE: "RIO CHILERO"



Fotografía No. 1

Descripción: Retiro de la carpeta asfáltica para extracción de núcleos de concreto.



Fotografía No. 2

Descripción: Extracción del núcleo sobre la losa central del puente.



Fotografía No. 3

Descripción: Panorámica en donde se observa el señalamiento para cerrar un carril.



Fotografía No. 4

Descripción: Vista del aspecto de los trabajos efectuados para la extracción de núcleos sobre el puente Río Chilero.



3.6.2. RESULTADOS DE LOS NÚCLEOS DE CONCRETO EN LA SUPERESTRUCTURA.

Del plano general del Puente “Rio Chilero” del año de 1971 el concreto de la losa plana maciza de los tres tramos es de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.

La resistencia a la compresión de los núcleos del concreto, considerando las más desfavorables, tenemos que para el extremo de la losa es de $f'c = 276 \text{ kg/cm}^2$ y para el centro de la losa de $f'c = 310 \text{ kg/cm}^2$.

Se considerara para donde se requiera, la resistencia a la compresión del concreto de la losa de un $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.

3.7. ESTUDIO HIDRAULICO

Se precisa el presente estudio como esencial para el diseño del puente en el cruce con el río “Chilero” definido en el proyecto geométrico de la carretera de Toluca – Cd Altamirano, en el tramo Temascaltepec - Tejupilco.

En todo estudio de drenaje en carreteras, existe la necesidad de elegir un gasto de diseño de la corriente en avenidas máximas extraordinarias, con el cual se proyectara la estructura.

Como es sabido se tiene por lo regular un gasto obtenido con estudio hidráulico y otro con el estudio hidrológico dicho gasto se acostumbra asociarlo a cierto periodo de retorno, mismo que se determina en función de la vida útil de proyecto, de tipo de carretera o autopista y del riesgo que se puede aceptar que falle la obra, la cual a su vez en función de la importancia de esta, de los daños que ocasionaría en caso de falla y del costo de la reparación o reconstrucción.

Con la finalidad de determinar el gasto hidrológico de la corriente del río Chilero hasta el sitio de cruce con el eje de proyecto de la carretera temascaltepec – Tejupilco se realizo un estudio hidrológico asociado a un periodo de retorno de 100 años aplicando el método de Ven Te Chow, utilizando la información de lluvia contenida en los planos de isoyetas de intensidad de lluvia _ duración _ periodo de retorno, las cuales fueron elaboradas por la secretaría de comunicaciones y transportes. factores que afectan al escurrimiento en el método de Ven Te Chow

Los factores que afectan al escurrimiento, considerados en este método, pueden dividirse en dos grupos. uno que afecta directamente a la cantidad de lluvia en exceso o escurrimiento directo, el cual esta compuesto principalmente por el uso de tierra, la condición de la superficie, el tipo de suelo, y la cantidad y duración de lluvia. para tomar en cuenta el efecto de este primer grupo, se introduce el numero de escurrimiento, (n).

El otro grupo afecta la distribución del escurrimiento directo e influye el tamaño y la forma de la cuenca, la pendiente del terreno y el efecto de retención del flujo por medio del tiempo de retraso. este efecto lo constituyen las características fisiográficas de la cuenca.

Para poder aplicar el método descrito, se procedió a recopilar la siguiente información:



Características fisiográficas de la cuenca

En una carta topográfica escala 1: 50,000 editada en 1990 por el instituto nacional de Estadística, geografía e informática (inegi), se determinaron las siguientes características fisiográficas de la cuenca:

Area = 23 km²,

Longitud del cauce principal = 12.75 km. y las elevaciones de puntos ubicados sobre el cauce principal dividido en diez tramos iguales.

Con la información anterior y utilizando el método de Taylor – Schwarz, se calculo una pendiente media del cauce principal de 5 %

Características climatológicas de la cuenca

Con la ubicación de la cuenca y utilizando las isoyetas de intensidad de lluvia – duración – periodo de retorno, editadas, en el 2000 por la dirección general de servicios técnicos de la (SCT), se determinaron para un periodo de retorno de 100 anos las intensidades

Para el cálculo de gasto hidrológico para el cálculo del gasto hidráulico se aplica el método de sección y pendiente, el cual se apoya en la formula de manning para la obtención del gasto.

Dicho método es aplicable solo en condiciones de flujo uniforme, lo anterior quiere decir que las secciones hidráulicas deben ubicarse en tramos rectos del cauce donde la sección y pendiente sean sensiblemente uniformes, condición necesaria para aplicar la formula de manning; en sitios donde el cauce no represente caídas, estrechamientos naturales, ni desbordamientos o estos sean de poca importancia. Ha de evitarse también, ubicar secciones en sitios en donde existen pozas naturales o debidas a la extracción de materiales.

Otro punto importante es que ha de tomarse en cuenta que, si la pendiente hidráulica media es mayor de dos (2) por ciento, la formula de manning no proporciona valores confiables, y la velocidad de la corriente se ha de obtener por otros procedimientos.

En base a lo anterior, no fue posible aplicar el método de sección pendiente, debido a que se tiene una pendiente fuerte de mas del 2%. Es decir del 5% el cálculo hidráulico se determino empleando el principio de continuidad estimando una velocidad de 4.0 m. /s, obteniéndose un gasto de 84 m.3 / s.

Finalmente también se transito por la sección de cruce el gasto asociado a un periodo de retorno de 5 anos (50 m.³ / s), dando como resultado en nivel de aguas máximas extraordinarias con un tirante que no afecta en nada a la estructura del puente Río Chilero.



3.8. ESTUDIO DE INGENIERIA DE TRÁNSITO

El puente río Chilero tendrá como primordial objeto el transmitir el transporte económico de mercancías y personas desde ciudad Altamirano a la ciudad de Toluca

La ingeniería de tránsito, es la que se encarga de realizar todos los estudios referentes al tránsito transversal (vehicular) de los caminos y carreteras, y toma en cuenta le tipo de vehículos que circularán por esta vía.

Para el diseño y cálculo de los puentes es un factor primordial, ya que de esto dependerá el cálculo estructural, y por lo tanto, la funcionalidad y seguridad de este.

Aspectos Importantes De La Ingeniería De Tránsito.

Con la finalidad de que el camino brinde el mejor servicio al vehículo, se deben de conocer todas las características, como el volumen o número de vehículos que transitarán actualmente y a futuro, la disposición de los ejes o llantas, las cargas de los vehículos, el tránsito en el carril de diseño etc.

Las estructuras se proyectaran considerando las siguientes cargas y fuerzas cuando existan:

- Carga muerta
- Carga viva
- Impacto o efecto dinámico de la carga viva
- Cargas por viento
- Otras fuerzas, cuando existan, tales como:
- Fuerzas longitudinales
- Fuerza centrífuga
- Fuerzas por cambios de temperatura
- Empujes de tierra
- Supresión
- Esfuerzos por contracción del concreto
- Presión de la corriente de agua
- Esfuerzos por sismo

Los miembros del puente se proyectaran tomando en cuenta los esfuerzos permisibles, las limitaciones del material empleado de acuerdo con las especificaciones AASHTO.

Carga muerta

La carga muerta estará constituida por el peso propio de la estructura ya terminada, incluyendo la carpeta asfáltica, banquetas, parapetos, tuberías, conductos, cables y demás instalaciones para servicios públicos.

Carga viva

La carga viva consistirá en el peso de la carga móvil aplicada, correspondiente al peso de los camiones, coches peatones.

Cargas para calzadas

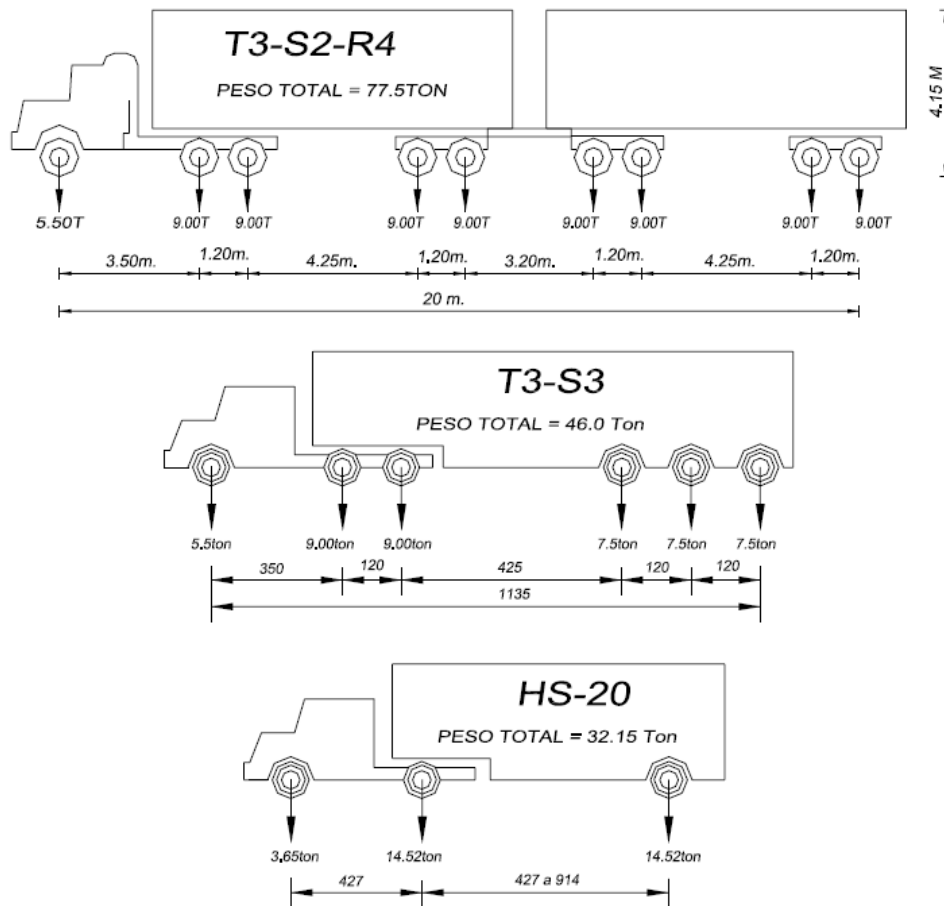


AMPLIACIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE "RÍO CHILERO"



Los elementos portantes y piezas de puentes se diseñaran con la carga de camión HS-20, T3-S3, T3-S2-R4, tomando como carga de diseño la que produzca los mayores elementos mecánicos de acuerdo con la distribución de claros.

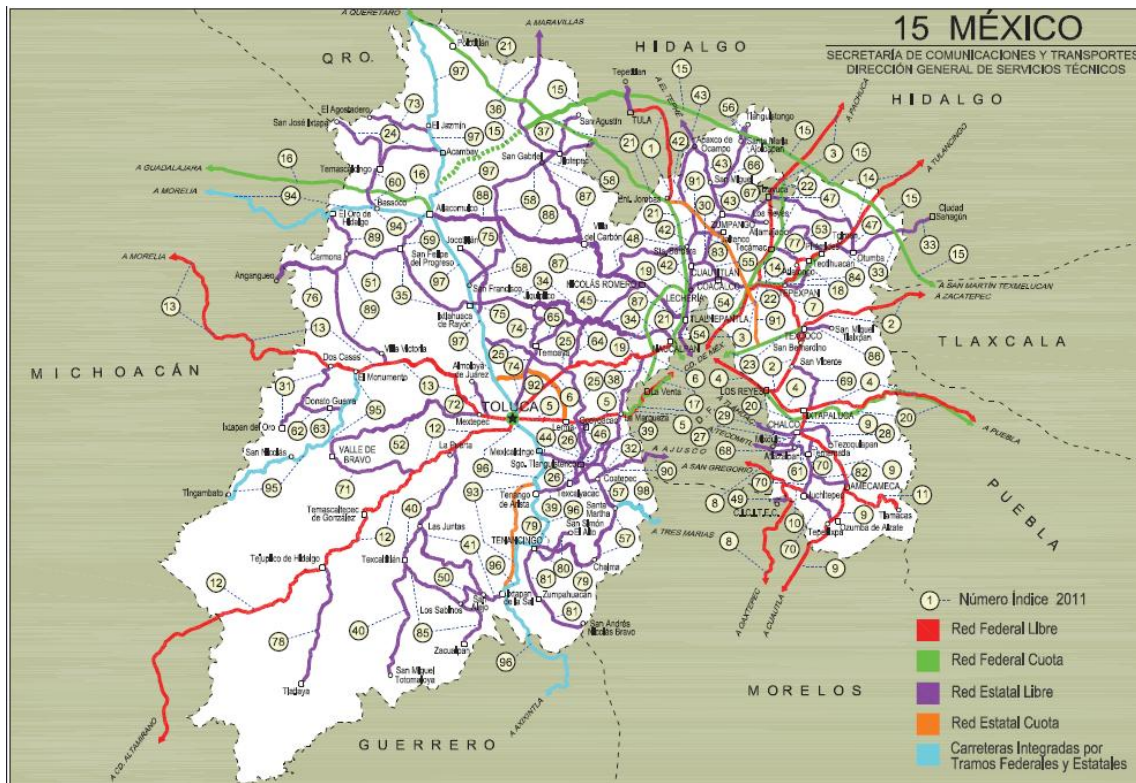
En el caso de la carga móvil se diseñara con las características de los camiones T3-S2-R4, T3-S3 Y HS-20 Únicamente Para el diseño de la losa, ya que es el que descarga mayor tonelaje en sus ejes, considerando que son los de mayor tonelaje.





ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO

De acuerdo a datos proporcionados por la SCT a continuación se presenta una tabla con datos de tránsito diario promedio anual TDPA que se tomo en cuenta para el estudio de tránsito



Los estudios de tránsito fueron proporcionados por la SCT cuya tabla se menciona a continuación.



AMPLIACIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE “RÍO CHILERO”



11 CARR: T. C. (SANTA BARBARA - HUAJUAPAN) - TLAMACAS

CLAVE: 15073

RUTA: MEX

AÑO: 2010

LUGAR	ESTACION				CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO								COORDENADAS						
	KM	TE	SC	TDPA	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	A	B	C	K'	D	LATITUD	LONGITUD
T. C. SANTA BARBARA - IZUCAR DE MATAMOROS	0.00	3	0	2301	87.3	3.2	4.6	1.4	2.5	0.2	0.3	0.5	87.3	3.2	9.5	0.068	0.512	19.109667	-98.774992
SAN PEDRO NEXAPA	6.00	3	0	1347	85.5	3.7	5.0	2.5	1.9	0.3	0.7	0.4	85.5	3.7	10.8	0.063	0.515	19.082952	-98.730328
TLAMACAS	28.00	1	0	1196	85.9	4.9	5.0	3.2	0.3	0.1	0.1	0.5	85.9	4.9	9.2	0.069	0.507	19.085576	-98.648222

12 CARR: TOLUCA - CD. ALTAMIRANO

CLAVE: 00020

RUTA: MEX-134

AÑO: 2010

LUGAR	ESTACION				CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO								COORDENADAS						
	KM	TE	SC	TDPA	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	A	B	C	K'	D	LATITUD	LONGITUD
T. C. TOLUCA - AXIXINTLA	0.00																		
T. IZQ. CAPULTITLAN	1.78	3	1	7731	77.3	2.8	3.8	2.5	7.9	1.5	3.6	0.6	77.3	2.8	19.9	0.080	0.504	19.256430	-99.683508
T. IZQ. CAPULTITLAN	1.78	3	2	7841	77.9	2.4	3.7	2.6	8.0	1.4	3.7	0.3	77.9	2.4	19.7	0.081	0.504	19.256417	-99.683521
T. DER. ZINACATEPEC	10.21	3	0	16404	82.3	2.0	4.5	1.2	7.3	1.6	0.6	0.5	82.3	2.0	15.7	0.067	0.501	19.251464	-99.751868
T. IZQ. SULTEPEC	18.72	3	0	5839	83.0	2.3	5.0	1.7	2.3	2.0	3.3	0.4	83.0	2.3	14.7	0.063	0.503	19.213060	-99.808625
T. DER. VALLE DE BRAVO	52.00	3	0	5365	79.3	5.4	6.3	3.9	2.5	1.6	0.4	0.6	79.3	5.4	15.3	0.068	0.504	19.147639	-99.919722
TEMASCALTEPEC	68.76	1	0	3750	82.9	4.0	4.2	3.3	2.9	1.3	1.2	0.2	82.9	4.0	13.1	0.084	0.509	19.046738	-100.052974
TEMASCALTEPEC	68.76	3	0	4282	80.9	3.9	4.7	3.0	3.9	1.8	1.3	0.5	80.9	3.9	15.2	0.078	0.504	19.041248	-100.040966
T. IZQ. SAN DIEGO CUENTLA	84.34	3	0	3851	82.3	4.4	4.7	2.5	3.0	1.6	1.2	0.3	82.3	4.4	13.3	0.079	0.510	18.964391	-100.084356
TEJUPILCO DE HIDALGO	100.76	1	0	3724	80.0	6.3	4.9	2.8	2.8	1.8	0.9	0.5	80.0	6.3	13.7	0.076	0.501	18.923180	-100.145638
TEJUPILCO DE HIDALGO	100.76	3	0	3808	78.6	5.9	5.5	3.3	2.9	2.0	1.1	0.7	78.6	5.9	15.5	0.083	0.510	18.903273	-100.163124
CUADRILLA DE LOPEZ	113.20	3	0	2744	81.5	4.2	4.9	2.5	2.7	2.4	1.6	0.2	81.5	4.2	14.3	0.075	0.509	18.875234	-100.228242
T. IZQ. BEJUCOS	147.57	1	0	2345	79.8	5.1	5.7	3.3	2.5	1.8	1.1	0.7	79.8	5.1	15.1	0.085	0.502	18.784852	-100.421194
LIM. EDOS. TERM. MEX. PPIA. GRO.	148.00																		
CUTZAMALA	196.00	1	0	4334	84.3	4.0	4.9	1.7	1.7	1.9	1.0	0.5	84.3	4.0	11.7	0.067	0.501	18.488113	-100.578415
LIM. EDOS. TERM. GRO. PPIA. MICH.	201.00																		
LIM. EDOS. TERM. MICH. PPIA. GRO.	210.30																		
CD. ALTAMIRANO	216.00	1	0	5484	90.2	3.3	2.9	1.1	1.4	0.5	0.3	0.3	90.2	3.3	6.5	0.064	0.501	18.382654	-100.651043

13 CARR: TOLUCA - MORELIA

CLAVE: 00448

RUTA: MEX-015

AÑO: 2010

LUGAR	ESTACION				CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO								COORDENADAS						
	KM	TE	SC	TDPA	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	A	B	C	K'	D	LATITUD	LONGITUD
TOLUCA	0.00																		
X. C. LIBRAMIENTO DE TOLUCA	1.00	3	1	23703	80.4	6.6	6.5	1.8	1.4	1.9	1.0	0.4	80.4	6.6	13.0	0.066	0.507	19.288095	-99.684989
X. C. LIBRAMIENTO DE TOLUCA	1.00	3	2	23030	80.5	6.7	6.6	1.7	1.5	1.8	1.0	0.2	80.5	6.7	12.8	0.066	0.507	19.288132	-99.684960
T. DER. ALMOLOYA DE JUAREZ	4.70	3	1	18822	80.0	6.5	6.3	2.4	1.9	1.6	1.0	0.3	80.0	6.5	13.5	0.069	0.509	19.293868	-99.724084



3.9. ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS

Con el fin de diseñar racionalmente la ampliación de la cimentación del puente en estudio, se plantearon los siguientes objetivos:

Con el fin de conocer las características estratigráficas la exploración del subsuelo consistió en la perforación de tres núcleos de roca con máquina barrenadora en cada una de las márgenes del río.

Mediante los ensayos de laboratorio se determino la resistencia y calidad de la roca existente en el sitio y con la información obtenida se utiliza para realizar los análisis necesarios y proponer la solución del tipo cimentación y profundidad de desplante de los apoyos.

Características Geológicas de la Zona.

La Geología del Sitio en Estudio queda comprendida dentro de la Región Central de México.

Para la descripción Geológica de la Región Central de México se han tomado como límites naturales los siguientes: al Norte, el borde Septentrional del Eje Neovolcánico; al Poniente y Sur, las Costas del Pacífico; y al Este, el Litoral del Golfo de México y la zona del Istmo de Tehuantepec.

Para este caso en particular el Sitio de Estudio se localiza en la plataforma Morelos-Guerrero.

Condiciones del Sitio

El Sitio en Estudio se localiza sobre la carretera Toluca - Cd. Altamirano en el tramo Temascaltepec - Tejupilco Km 81+020.

3. La Topografía de la zona es montañosa.
4. La pendiente del cauce del río al cruce es de 5.0 por ciento aproximadamente.
5. En el cauce del río así como en las márgenes del mismo se encuentran afloramientos de roca del tipo basal color gris oscuro.

Descripción General del Proyecto.

1. El proyecto contempla la construcción de la ampliación del puente actual con una longitud total de 37.87 m.
2. Un ancho de calzada de 8.00 m. y 0.85 m. de volado de losa.
3. El puente estará construido con tres tramos de losa, con dos apoyos centrales en el cauce y dos más dentro de las márgenes.
4. Los elementos serán construidos con concreto hidráulico reforzado, concreto ciclópeo y prefabricados.

Trabajos de Exploración: Muestreo en roca.

Con el fin de conocer las características estratigráficas del subsuelo en el sitio se decidió llevar a cabo una campaña de exploración basada en la extracción de corazones de roca en los puntos en donde se proyecta prolongar los apoyos que soportarán al puente y que estarán dentro del cauce del río.



La campaña de exploración consistió en la extracción de tres corazones de roca existente “insitu” en ambas márgenes del río aguas arriba, así como la excavación de calas en los estribos 1 y 4 del puente existente.

El tirante de agua al día del estudio era de 1.50 m aproximadamente.

Las muestras recuperadas en los barrenos se protegieron adecuadamente para ser transportadas al laboratorio central.

Ensayes de Laboratorio.

De acuerdo con el tipo de materiales obtenidos durante el muestreo, se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

1. Resistencia a la compresión simple (q_u) d (ASTM-D2116)

Asimismo en las tablas III.6, III.7 y III.8, se muestran algunas características mecánicas de rocas graníticas, calcáreas y sedimentarias fragmentarias (Ref. 5).

TABLA III.7 Rocas calcáreas

Roca	Angulo de fricción interna ϕ	Cohesión aparente c (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión simple, R_c (kg/cm ²)	Cociente entre la cohesión y la resistencia a la compresión (c/R_c)
Brecha dolomítica	67°	35	250	0.14
Dolomita y lutita	51°	7	90	0.08
Caliza de Indiana	56°	77	420	0.18
Mármol de Georgia	47°	70	280	0.25
Dolomita de Lockport	65°	170	1560	0.11
Dolomita de Minnesota	65°	55	480	0.11
Caliza de Redwall	57°	150	820	0.18
Caliza oolítica	45°	205	1010	0.20
Yeso de Selma	23°	4.2*	55	0.09

Promedio en rocas calcáreas

0.15

* Ensayes de campo

TABLA III.8 Rocas sedimentarias fragmentarias



Roca	Angulo de fricción interna ϕ	Cohesión aparente c (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión simple, R _c (kg/cm ²)	Cociente entre la cohesión y la resistencia a la compresión (c/R _c)
Límolita (Hi Falls)	57°	53	510	0.10
Límolita laminada	64°	70	300	0.23
Cuarcita (Hi Falls)	66°	175	1630	0.11
Brecha de lutita	64°	17	110	0.16
Lutita (Doniphan)	64°	2.8	23	0.12
Lutita (Tecumseh)	51°	3.4	15	0.18
Lutita arcillosa ("clay shale")	57°	11.2	73	0.15
Arenisca (Potsville)	64°	90	630	0.14
Lutita (Roshester)	68°	40	625	0.06
Arenisca (Berea)	70°	35	600	0.06
Arenisca (Massilon)	69°	30	315	0.09
Arenisca ferruginosa (Connecticut)	65°	77	740	0.11
Grauvaca	47°	120	555	0.22
Arenisca (Tensleep)	47°	170	860	0.20
Lutita (Degonia)	28°	2.8*	13	0.22
Arcilla (Red Bed)	28°	3.9	50	0.08
Lutita (Cucaracha)	38°	3.2	20	0.16
Arcilla	60°	15.5	73	0.21

Promedio en rocas sedimentarias fragmentadas

0.14

Estratigrafía del Sitio.

Estratigrafía General.

Con base en los trabajos de campo y laboratorio, se determinó el perfil estratigráfico general aproximado del subsuelo bajo el trazo del puente en estudio. Donde se observa que superficialmente sobre el cauce y sus márgenes se encuentran aflorando la roca basal de color gris oscuro.

Zonificación Sísmica.

Para fines de diseño sísmico de las cimentaciones, el sitio en estudio se encuentra ubicado en la zona C, de acuerdo con el Mapa de Regionalización Sísmica de la República Mexicana. Por otra parte de acuerdo con los resultados de la interpretación estratigráfica se tiene que la clasificación del terreno de cimentación corresponde al Tipo II (3), con un coeficiente sísmico (c), igual a 0.86

En la Figura 5 se muestra la Zonificación Sísmica del Sitio.

Recomendaciones geotécnicas para la cimentación de los apoyos.

De acuerdo con el proyecto del puente este tendrá una longitud de 37.87 metros y se tendrán dos apoyos centrales sobre el cauce con claros de 12.64 m los cuales se deberán apoyar cada uno sobre zapatas aisladas desplantadas a -0.50 m de profundidad a partir del contacto con la roca, asimismo los apoyos de los estribos extremos 1 y 4 deberán empotrarse mínimo 0.50 m a partir del contacto con la roca.



Tipo de Cimentación.

Con base al tipo de estructuras que se tienen proyectadas construir y a las condiciones particulares del subsuelo del sitio, se propone que la cimentación se resuelva mediante zapatas las cuales recibirán las cargas impuestas por las pilas.

Capacidad de Carga en roca.

De acuerdo a la tabla numero II de los núcleos de concreto. De las resistencias a la compresión simple (q_u) obtenidas de los núcleos de roca extraídos de cada una de las márgenes del río aguas arriba se observa que la roca es de buena calidad (sana) y por lo tanto su resistencia muy alta, en la tabla anexa se encuentran las resistencias de cada uno de los núcleos de roca ensayados, en donde se tiene que la resistencia más alta es de núcleo M-8 con 986 kg/cm^2 y la resistencia más baja corresponde al núcleo M-4 con 592 kg/cm^2 . Cabe mencionar que para fines de análisis conservadoramente se tomo la resistencia más baja que es de 592 kg/cm^2 correspondiente al núcleo M-4, obteniendo el siguiente valor de c .

$$C = 592 \text{ kg/cm}^2 / 2 = 296 \text{ kg/cm}^2.$$

Con este valor de la resistencia, la capacidad de carga de una roca homogénea puede calcularse con alguna de las teorías aplicables a suelos cohesivos. Esa capacidad de carga a la falla suele afectarse de un factor de seguridad del orden de 3 para obtener un valor admisible o de trabajo mediante la siguiente expresión (Ref. 1).

$$q_c = c \cdot N_c$$

Donde: N_c = Factor de capacidad de carga = 5.7
Por lo tanto a la capacidad de carga a la falla de la roca es:
 $q_c = 1,687.00 \text{ kg/cm}^2$

Utilizando un factor de seguridad = 3 la capacidad de carga admisible de la roca es

$$q_{adm.} = 562 \text{ kg/cm}^2$$

Empujes de Tierra.

Para el caso de que se requieran construir muros, se determinaron las distribuciones de esfuerzos normales horizontales debidos a los empujes de tierra sobre los estribos.

Los empujes mencionados deberán adicionarse a las cargas que actúen sobre los estribos para el análisis y diseño estructural correspondiente.

En el cálculo no se consideraron empujes debidos al agua, así será necesario construir un filtro eficiente en el respaldo de los muros para evitar tal acción. Se recomienda colocar un filtro en el respaldo del muro de 30 cm de espesor construido con grava mal graduada con tamaño máximo de 3”.

Para el caso de la primera combinación de acciones, la distribución de los esfuerzos normales horizontales es:

$$E_H = 1.68 z + 0.325 h$$



Para el caso de la segunda combinación de acciones resulta igual a:

$$E H = 1.32 z + 0.429 h$$

Donde:

- E H, es la distribución del esfuerzo normal horizontal debido al empuje, en t/m².
Z, es la profundidad a partir de la superficie del relleno, en m.
H, es la altura total del estribo y relleno, en m.

En la Fig. 6 se muestra la distribución de presiones sobre muros de hasta 4 m de altura.

Socavación

Con relación a la Socavación se tiene que la pendiente sobre el cauce del río en el cruce es de aproximadamente el 5%. El material potencialmente socavable corresponde a la roca existente en el sitio que es un afloramiento natural (roca sana).

Por lo tanto tomando en cuenta las consideraciones anteriores la socavación no afecta a la cimentación.

Para investigar la estratigrafía del sitio del cruce, se llevó a cabo la excavación de 2 pozos a cielo abierto en y la extracción de corazones de roca con barrenador y corona de diamante en ambas márgenes del río aguas arriba.

La estratigrafía general detectada en el sitio corresponde a afloramientos de roca basal de color gris oscuro.

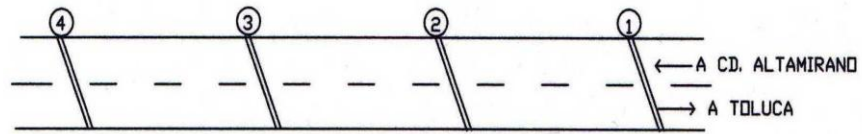
De acuerdo con lo anterior, y al tipo de estructura que tendrá la ampliación del puente por construir, se recomienda que los dos apoyos centrales que quedaran dentro del cauce, se apoyen cada uno en zapatas desplantadas por lo menos a 0.50 m de profundidad a partir del contacto con la roca. Asimismo en los apoyos de los estribos de los extremos estos deberán quedar empotrados mínimo 0.50 m a partir del contacto con la roca.



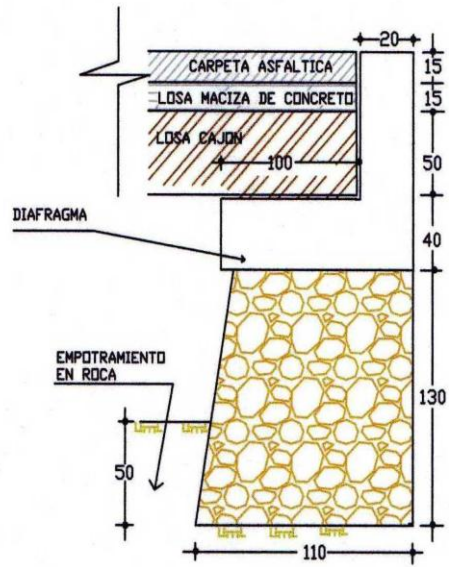
AMPLIACIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE "RÍO CHILERO"



PUENTE: RÍO CHILERO
CARRETERA: TOLUCA - CD. ALTAMIRANO
TRAMO: TEMASCALTEPEC - TEJUPILCO
Km: 81+020
ORIGEN: MÉXICO D.F.



NOTA: ACOTACIONES EN CM

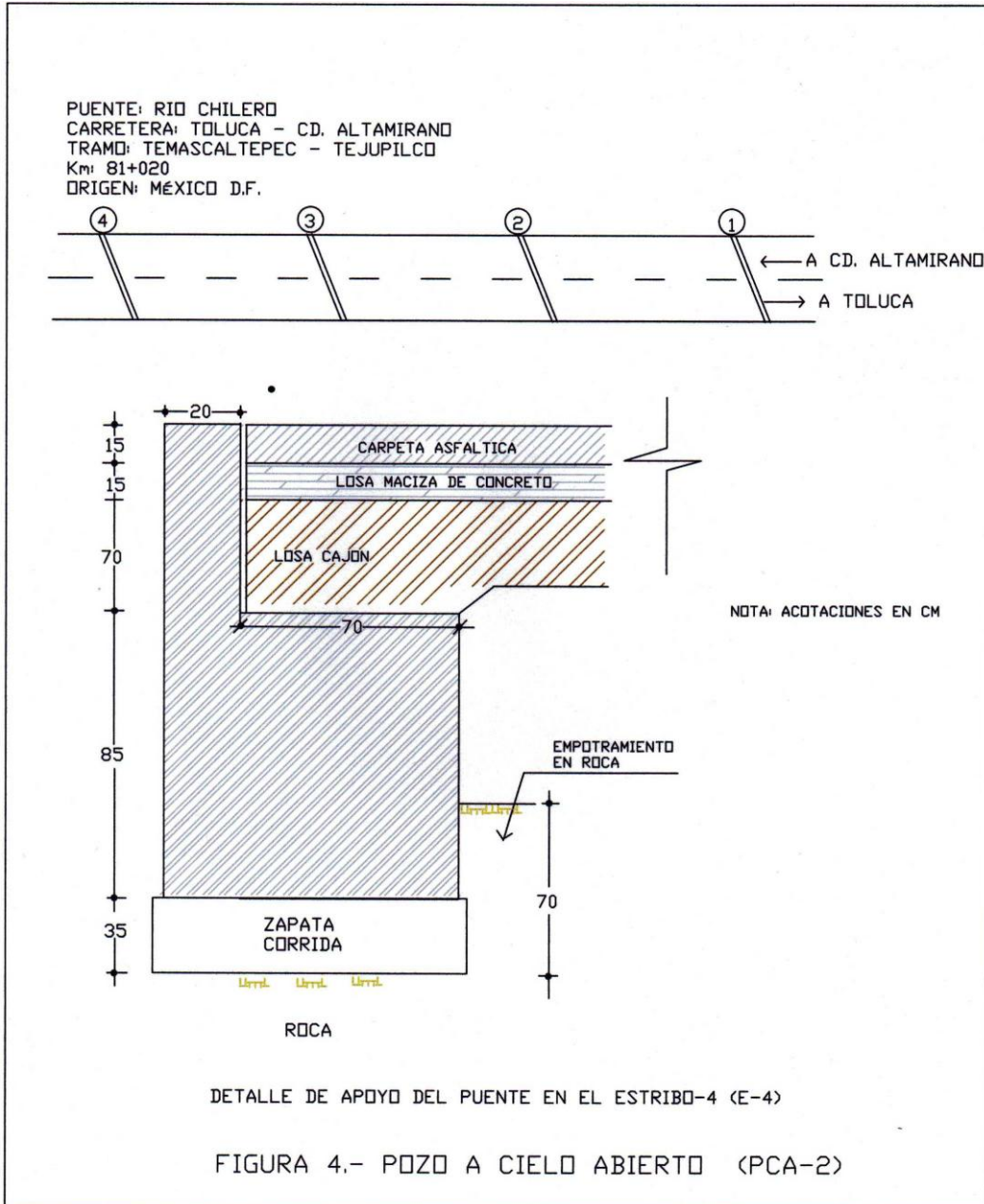


DETALLE DE APOYO DEL PUENTE EN EL ESTRIBO-1 (E-1)

FIGURA 3.- POZO A CIELO ABIERTO (PCA-1)



AMPLIACIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE "RÍO CHILERO"





" PUENTE RIO CHILERO"



Figura 5.- Zonificación Sísmica del Sitio.

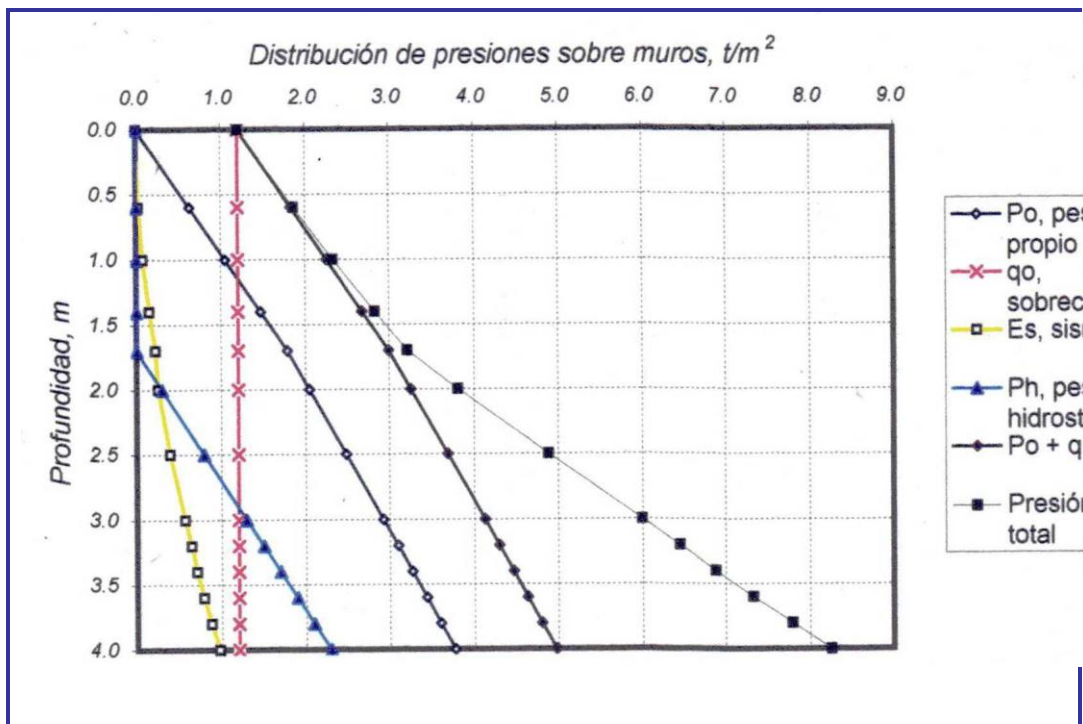


Figura 6.- Empujes Sobre Muros Distribución de Presiones.



3.9.1. REPORTE FOTOGRÁFICO.

PUENTE: “RÍO CHILERO”



Fotografía No. 1.

Descripción: Aspecto de los trabajos de extracción de corazones de concreto sobre la losa del puente.



Fotografía No. 2

Descripción: Panorámica del sitio vista desde el Puente.



Fotografía No. 3

Descripción: Panorámica del sitio en donde se proyecta prolongar los apoyos para la ampliación del puente.



Fotografía No. 4

Descripción: Una vista de las perforaciones efectuadas en roca.



Fotografía No. 5

Descripción: Una vista panorámica en donde se realiza la extracción de corazones de concreto en la margen izquierda.



Fotografía No. 6

Descripción: Otro aspecto de los trabajos de topografía para definir la configuración del terreno.



Fotografía No. 7

Descripción: Vista panorámica de la cala efectuada en el apoyo E-1 del Puente Chilero.



Fotografía No. 8

Descripción: El núcleo 1, 2 y 3 corresponden a la losa del puente. El núcleo 4, 5 y 6 corresponden a la margen izquierda aguas arriba (roca) El núcleo 7, 8 y 9 corresponden a la margen derecha aguas arriba (roca).



TABLA II: RESISTENCIAS DE NÚCLEOS DE ROCA.

No.	TAMAÑO DE LA BROCA Ø	DIRECCIÓN DE LA PERFORACIÓN.	LONGITUD DE LA EXTRACCIÓN. (cm)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm.)	ALTURA ANTES DEL CABECEO. (cm.)	ALTURA DESPUÉS DEL CABECEO. (cm.)	RESISTENCIA CORREGIDA POR ESBELTEZ. (Kgf/cm ²)	TIPO DE FALLA	LOCALIZACIÓN
Margen Derecha Aguas Abajo									
MR-1	2"	vertical	10.0	4.4	8.0	8.3	592	1	Roca Basáltica.
MR-2	2"	vertical	10.0	4.4	8.0	8.4	855	1	Roca Basáltica.
MR-3	2"	vertical	10.0	4.4	8.0	8.4	789	1	Roca Basáltica.
Margen Izquierda Aguas Abajo									
MR-4	2"	vertical	10.0	4.4	8.1	8.4	933	1	Roca Basáltica.
MR-5	2"	vertical	10.0	4.4	8.0	8.4	986	1	Roca Basáltica.
MR-6	2"	vertical	10.0	4.4	8.1	8.4	723	1	Roca Basáltica.



El análisis y diseño del proyecto se basa en las especificaciones y disposiciones establecidas por las Normas de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), en su apartado referente a puentes carreteros.

Dichas normas se basan en las teorías estructurales de esfuerzos permisibles y factor de carga, esto es, en el primer caso, fijan esfuerzos máximos y mínimos en cada material estructural, dentro del rango elástico de esfuerzos y deformaciones; en cambio, en el segundo caso, se utilizan factores de carga establecidos para las diferentes combinaciones de carga y factores de resistencia para los límites elásticos de los materiales. La manera de corroborar que los elementos se encuentren adecuadamente diseñados es a través de la comparación de los esfuerzos desarrollados por las cargas actuantes en la estructura a lo largo de su vida útil con los establecidos en las normas, en el primer caso. En la segunda opción, los elementos mecánicos debidamente factorizados tendrán que ser menores que las resistencias reducidas de las secciones que soportarán las fuerzas internas actuantes

3.10. REVISIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA

La prueba al concreto de la losa plana maciza, considerando el valor más desfavorable es de $f'c = 276.00 \text{ kg/cm}^2$

Para la revisión de capacidad de carga consideraremos el $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, sin considerar ningún factor de reducción por el estado físico regular.

Datos de levantamiento geométrico.

Longitud del tramo: 12.60 m
 Claro: 12.00 m
 Ancho total: 8.00 m
 Ancho de calzada: 7.30 m (Dos carriles)
 Guarnición de: 0.35 m
 Esviajado: 35° der.

Carga móvil: De proyecto (1971).- HS - 15 De plano
 De proyecto de SIPUMEX (2009).- HS - 20 Un carril
 De proyecto de ampliación.- HS - 20, T3 - S3 o T3 - S2 - R4
 Camión tipo I. en dos carriles de circulación.

Cálculos de la Carga Muerta:

Pilastras, lamina y guarnición =		x	252.00	x	2 =	504 kg
Carpeta asfáltica =	0.10	x	2000.00	x	7.30 =	1460 kg
Losa =	6.30	x	0.65	x	2400 =	9828 kg
Volados de losa =	0.85	X	0.15	X	2400 =	306 kg
						12098 kg

$w = 1920,3 \text{ kg/ml}$

$M.c.m = 34566 \text{ kg m}$



V.c.m = 11522 kg

Carga viva.					
	Mcm	Vcm	l	Mcm+l	Vcm+l
	(t m)	t		(t m)	t
HS - 15	45,48	18,69	1,3	59,12	24,3
HS - 20	60,69	24,94	1,3	78,9	32,42
T3 - S3	67,41	28,32	1,3	87,63	36,82
T3 - S2 - R4	60,51	24,41	1,3	78,66	31,73
IMPACTO		l =	30,48	>	30%
		l =	1,3	Factor de impacto	

Revisión del peralte y armado principal para HS – 20

Considerando la carga viva original de diseño HS -20

Ancho de distribución de acuerdo con AASHTO:

$E = 1,22 + (0,06 \cdot S) \leq 2,13 \text{ m}$

$E = 1,91 \leq 2,13 \text{ m}$

$M_{cv} + l = 78897,00 / (2 \cdot 1,94) = 20334,28 \text{ kg m}$

$V_{cv} + l = 32422,00 / (2 \cdot 1,94) = 8356,19 \text{ kg}$

Momento último:

$M_u = 1,30 (M_{cm} + 5/3 M_{cv} + l)$

$M_u = 88993,04 \text{ kg m/m}$

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{\delta b f' c q (1 - 0.60q)}}$$
 Peralte requerido

donde $\delta = 0,9$ $q = p \frac{f_y}{f' c}$ $p = p' \cdot 0,5$

$$p' = \frac{0.85 \cdot 0.85 \cdot f' c}{f_y} \quad \times \quad \frac{6116}{6116 + f_y}$$

$f' c = 250 \text{ kg/cm}^2$ de proyecto

$f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$ de proyecto

$p' = 0,0273$

$p = 0,0137$

$q = 0,2184$

$d = 45,65 \text{ cm} < 60 \text{ cm}$ bien



Acero de refuerzo principal

$$A_s = \frac{0.85 b d f'c}{f_y} - \sqrt{\left(\frac{0.85 b d f'c}{f_y}\right)^2 - \frac{1.89 b f'c M_u}{f_y^2}}$$

As = 44,30 cm²

Utilizando las varillas de 8C (1") tenemos:

Vars @ = 11,44 cm --- Vars de diametro = 1" @ 11 cm.

porcentaje mínimo de acero.

$$p_{min} = \frac{14}{f_y} = 0.0035$$

$$p_{calc} = \frac{44.30}{6000} = 0.0074 > 0,0035 \text{ bien}$$

Revisión del peralte y armado principal para dos T3 - S3,

Considerando las cargas vivas actuales de tránsito en la carretera de ubicación del puente.

$$M_{cv} + I = \frac{87633.00}{2 \times 1.94} = 22585.82 \text{ kg m}$$

$$V_{cv} + I = \frac{36816.00}{2 \times 1.94} = 9488.66 \text{ kg}$$

2(T3 - S3):
 Mcv+I = 45171,65 kg m
 Vcv+I = 18977,32 kg m

Mu = 142807,36 kg m / m

d = 57,83 cm < 60 cm bien

sin considerar la reducción por deterioro del concreto.

As = 74,97 cm²

Utilizando varillas de 8C (1") tenemos:

Vars @13,53 cm ----- paquete de vars de diametro = 1" @ 13,5 cm

$$p_{calc} = \frac{74.97}{6000} = 0.0125 > 0,0035 \text{ bien}$$



CAPITULO IV



PROPUESTAS

DE

ANTEPROYECTO

FES Aragón



4.1. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.

Conociendo la estructura en su totalidad sin ninguna incertidumbre en lo referente a daños y deficiencias observadas se procedió a la generación de propuestas de anteproyecto con la finalidad de buscar la mejor alternativa para la ampliación transversal y la rehabilitación del puente en estudio.

En la copia de planos originales anexo al final en el apartado de anexos del proyecto puente llamado “**Río Chilero**” del año de 1971, indica la resistencia a la compresión del concreto de la superestructura de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$. La losa plana es maciza. El esfuerzo normal de trabajo a la compresión de la roca basáltica de muy fracturada a sana es de 4.00 kg/cm^2 , en la cimentación superficial del puente.

Las pruebas a los materiales obtenidos son:

Resistencia a la compresión del concreto de la superestructura es de $f'c = 276.00 \text{ kg/cm}^2$.

Del estudio de mecánica de suelos:

Esfuerzo normal de trabajo a la compresión de la roca basáltica es de $q = 296.00 \text{ kg/cm}^2$

De la revisión de capacidad de carga entre la carga de diseño original y la carga para dos T3-S3 obtenemos que la losa plana maciza pasa por peralte, pero por acero de refuerzo principal requiere de un poco más del 50 % para las exigencias actuales de tránsito.

Resumen de daños y/o deficiencias.

La estructura del Puente “**Río Chilero**” en sus condiciones actuales presenta diversos problemas, entre los cuales se mencionan a continuación los más relevantes:

1. Antes de llegar al puente de acuerdo al cadenamiento de origen la ampliación de la carretera ya se construyó a tres carriles y el ancho de calzada actual es para dos carriles. Escasa en ancho total.
2. Se requiere sustituir los tres tramos de la superestructura por baja capacidad de carga y su estado físico regular.
3. Las juntas de dilatación 1, 2, 3 y 4 transversales no presenta dispositivo estanco, ocasionando que el escurrimiento del agua caiga entre estas juntas, deteriorando a la losa, corona de la subestructura y cuerpo de mampostería de las dos pilas.
4. La pila 2, presenta erosión y socavación local, únicamente en el tramo 2-3.
5. La pila 3, tiene indicios de erosión entre la roca de desplante y la mampostería de la zapata.
6. La carpeta asfáltica en los accesos inmediatos al puente presentan deformaciones, asentamientos y baches.



- 7. El cartón asfaltado está completamente deteriorado, entre la corona de la subestructura y la base de la losa plana maciza (en todos los apoyos).

Alternativas de anteproyecto.

En base a las conclusiones de cada estudio antes descrito, dos diferentes alternativas de ampliación transversal del puente, para que circulen tres carriles, considerando los daños y deficiencias de todos los elementos estructurales y no estructurales del puente.

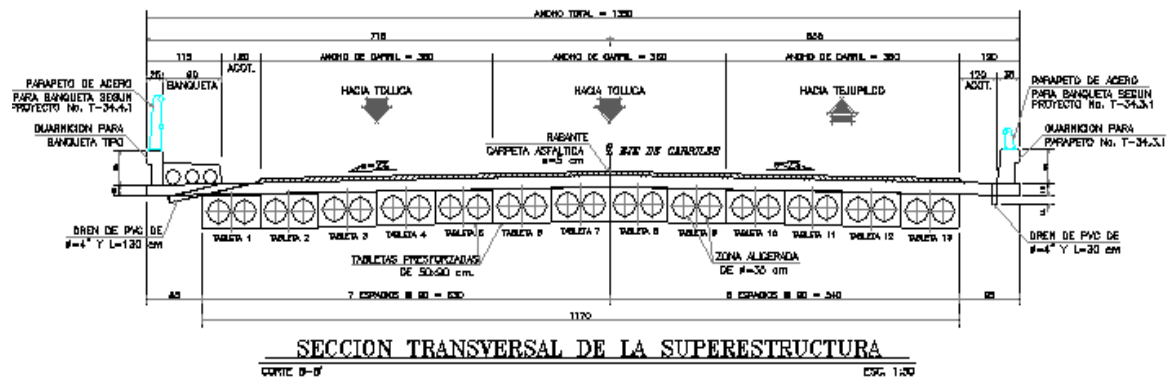
Considerando la seguridad, vida útil, economía y modernización en la rehabilitación de este puente correspondiente a la infraestructura carretera del Estado de México.

Teniendo presente las formas y procedimientos para dar solución a la problemática que presenta la estructura en estudio, de las cuales se enfocan como trabajo principal, la ampliación transversal de la superestructura y subestructura, reforzando o sustituyendo los elementos estructurales que lo requieran en beneficio de la vida útil del puente.

Descripción de las alternativas de rehabilitación de la superestructura: La ampliación no es simétrica, la ampliación a tres carriles viene del lado aguas arriba.

Como primera alternativa

Se considera sustituir la superestructura existente de losa maciza plana de concreto reforzado de los tres tramos por tabletas presforzadas o travesaños cajón y la ampliación también con tabletas; Obteniendo una superestructura totalmente nueva, con losa de compresión de concreto reforzado, banquetas lado aguas arriba y parapeto metálico.

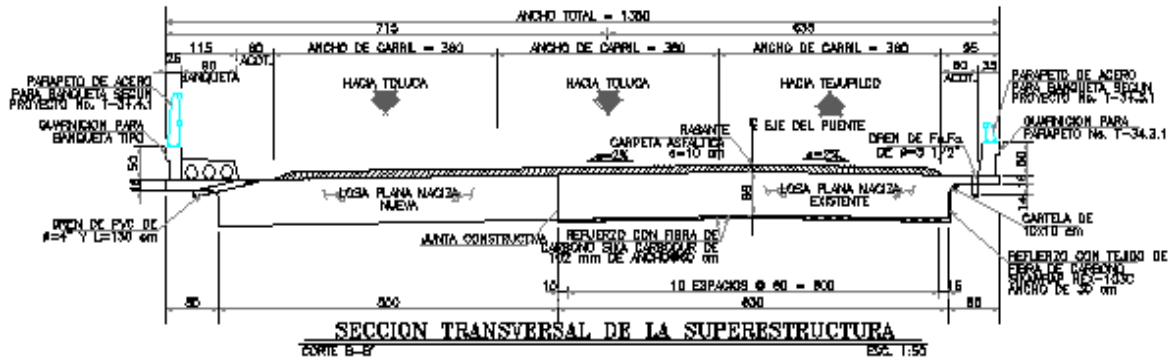




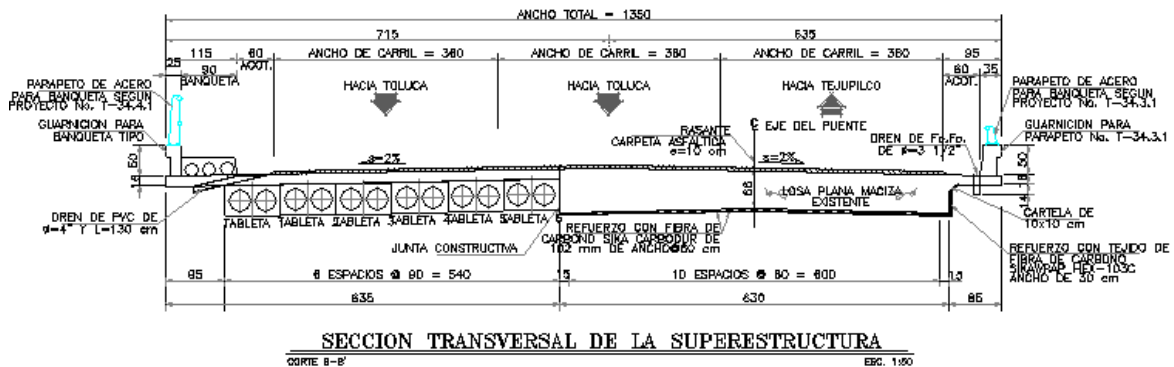
AMPLIACIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE “RÍO CHILERO”



Como **segunda alternativa** Se considera la ampliación con el mismo sistema que la existente “losa maciza plana de concreto reforzado y de igual peralte”, pegada a la losa maciza existente; demoliendo el volado de losa de 85 cm. lado aguas arriba. La losa maciza plana existente será reforzada a flexión y a cortante con fibras de carbón, banqueta lado aguas arriba y parapeto metálico.



La **tercera alternativa** será la combinación de la primera y segunda alternativa, la losa maciza plana existente será reforzada a flexión y a cortante con fibras de carbón y la ampliación con tabletas presforzadas con losa de compresión de concreto reforzado, banqueta lado aguas arriba y parapeto metálico.





Trabajos por ejecutar.

Alternativas de anteproyecto. # 1.

1. **Superestructura nueva con tableta preesforzadas.**

Las coronas de la subestructura serán sustituidas completamente.

El cuerpo de las pilas 2 y 3 existentes serán encamisadas y ampliadas.

Se adecuara un dentellón en las zapatas de las pilas 2 y 3.

El cuerpo de los estribos 1 y 4 existentes se ampliaran transversalmente.

Adecuación de accesos a tres carriles.

Demolición de cunetas existentes lado aguas arriba y construcción de nuevas cunetas.

Obras complementarias, puente canal, registro y lavaderos.

Alternativas de anteproyecto. # 2.

2. **Ampliación de la superestructura con la misma sección existente y reforzamiento de la existente con fibras de carbón.**

El cuerpo de las pilas 2 y 3 existentes serán encamisadas y ampliadas.

Se adecuara un dentellón en las zapatas de las pilas 2 y 3.

El cuerpo de los estribos 1 y 4 existentes se ampliaran.

Adecuación de accesos a tres carriles.

Demolición de cunetas existentes lado aguas arriba y construcción de nuevas cunetas.

Obras complementarias, puente canal, registro y lavaderos.

Alternativas de anteproyecto. # 3.

3. **Ampliación de la superestructura con tableta presforzadas y reforzamiento de la existente con fibras de carbón.**

El cuerpo de las pilas 2 y 3 existentes serán encamisadas y ampliadas.

Se adecuara un dentellón en las zapatas de las pilas 2 y 3.

El cuerpo de los estribos 1 y 4 existentes se ampliaran.

Adecuación de accesos a tres carriles.

Demolición de cunetas existentes lado aguas arriba y construcción de nuevas cunetas.

Obras complementarias, puente canal, registro y lavaderos.



4.2. COMPARACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.

ALTERNATIVAS DE ANTEPROYECTO.		
# 1.	# 2.	# 3.
Superestructura nueva con un ancho total de 13.50 m, con 13 tabletas presforzadas de 90x50 cm.	Reforzamiento con fibras de carbón de la superestructura existente y ampliación con losa plana maciza de concreto reforzado del mismo peralte, dando un ancho total de 13.50 m.	Reforzamiento con fibras de carbón de la superestructura existente y ampliación con 6 tabletas presforzadas de 90x50 cm., dando un ancho total de 13.50 m.
Presupuesto.		
\$ 7,221,393.72	\$ 6,152,091.50	\$ 6,657,654.28

La diferencia económica entre la propuesta # 1 y las dos restantes es mínima, considerando la vida útil que sumaría a esta estructura.

Determinación de la alternativa.

Considerando los siguientes parámetros, elegiremos la alternativa más recomendable para la rehabilitación del puente “Rio Chilero” teniendo presente todos los estudios de este proyecto ejecutivo.

4.3. ALTERNATIVA VIABLE.

Ambas alternativas son viables, solo una será la que desarrollaremos como proyecto definitivo.

Parámetros.		Alternativas De Anteproyecto.		
		# 1.	# 2.	# 3.
a.	Seguridad.	X	x	x
b.	Vida útil.	X		
c.	Economía.	X	x	x
d.	Modernización.	X		
e.	Tiempo en ejecución.	X		

De acuerdo a los dato obtenidos y comparaciones el proyecto ejecutivo se desarrollara con la alternativa 1: Superestructura nueva con un ancho total de 13.50 m, con 13 tabletas presforzadas de 90x50 cm y con ello el desarrollo de la rehabilitación del puente.



CAPITULO V
DISEÑO
DE
REHABILITACIÓN

FES Aragón



5.1. BASES PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO.

El análisis y diseño de la estructura se realizó basándose en los siguientes documentos:

1. Términos de Referencia para el estudio y proyecto de la rehabilitación de puentes, proporcionados por el Centro SCT Estado de México.
2. Specifications AASHTO (American Association of State Highway and Transportations Officials, Vignettes).
3. La Normatividad para la Infraestructura del Transporte de la SCT, actualizada.

LIBRO: PRY. PROYECTO.

TEMA: CAR Carreteras.

PARTE: 6. Proyecto de Puentes y Estructuras.

TITULO: 01 Proyecto de Nuevos Puentes y Estructuras Similares.

	Capítulo	Designación
001.	Ejecución de Proyectos de Nuevos Puentes y Estructuras Similares	N·PRY·CAR·6·01·001/01
002.	Características Generales de Proyecto	N·PRY·CAR·6·01·002/01
003.	Cargas y Acciones	N·PRY·CAR·6·01·003/01
004.	Viento	N·PRY·CAR·6·01·004/01
005.	Sismo	N·PRY·CAR·6·01·005/01
006.	Combinaciones de Cargas	N·PRY·CAR·6·01·006/01
007.	Distribución de Cargas	N·PRY·CAR·6·01·007/04

TITULO: 02 Proyectos de Reconstrucción de Puentes y Estructuras Similares.



4. Reglamento sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal de SCT.

La Resistencia De Los Materiales Que Conforman A La Superestructura Para Su Análisis Son Los Siguietes.		
Elemento Estructural.	Material.	Resistencia (kg/cm ²)
Tableta presforzada.	Acero de presfuerzo.	L. E. = 19,000 kg/cm ² .
	Acero de refuerzo.	L. E. = 4,000 kg/cm ² .
	Concreto.	f ^o c = 350 kg/cm ² .
Losa de compresión y diafragmas.	Acero de refuerzo.	L. E. = 4,000 kg/cm ² .
	Concreto.	f ^o c = 250 kg/cm ² .
Coronas muros de respaldo y topes sísmicos.	Acero de refuerzo.	L. E. = 4,000 kg/cm ² .
	Concreto.	f ^o c = 250 kg/cm ² .
Cuerpo de subestructura y zapatas.	Concreto ciclópeo.	f ^o c = 200 kg/cm ² .
Encamisado de pilas.	Mala electrosoldada.	L. E. = 5,000 kg/cm ² .
	Concreto.	f ^o c = 200 kg/cm ² .
Dentellón.	Acero de refuerzo.	L. E. = 4,000 kg/cm ² .
	Concreto.	f ^o c = 250 kg/cm ² .
Guarniciones y remates.	Acero de refuerzo.	L. E. = 4,000 kg/cm ² .
	Concreto.	f ^o c = 250 kg/cm ² .
Banqueta.	Acero de refuerzo.	L. E. = 4,000 kg/cm ² .
	Concreto.	f ^o c = 150 kg/cm ² .

Carga móvil: T3-S3 en tres bandas.
 Camión tipo: I
 Tipo de camino (modernizado): B3
 Año de aplicación del proyecto: 2009.
 Año de la construcción del proyecto: 2010.



5.2. MEMORIA DE CÁLCULO

De acuerdo a los datos obtenidos de la revisión de la capacidad de carga de este puente se obtuvo lo siguiente:

	De proyecto	De levantamiento	Calculo de d,
Ancho total	8.00 m	8.00 m	-
Longitud total de tramo	12.60 m	12.60 m	-
Peralte total de losa	0.66 m	0.66 m	KA cm

Acero de refuerzo principal: El proyecto marca las varillas D y F de 8c @ 22 cm. Las varillas F, con balloneta y las varillas D corridas a todo lo largo.

W vars (8c) de diámetro = 1”@11 cm

Este acero de refuerzo principal es igual al calculado con carga HS-20.

La losa plana maciza pasa por peralte, pero por acero de refuerzo principal requiere del 59.09% mas para dos T3-S3. Por lo que si se conserva la losa plana maciza requerirá de un reforzamiento por flexión y cortante. Por lo que se requiere sustituir la los tres tramos de la superestructura por baja capacidad de carga.

TRABES PREENFORZADAS O TRABE CAJON

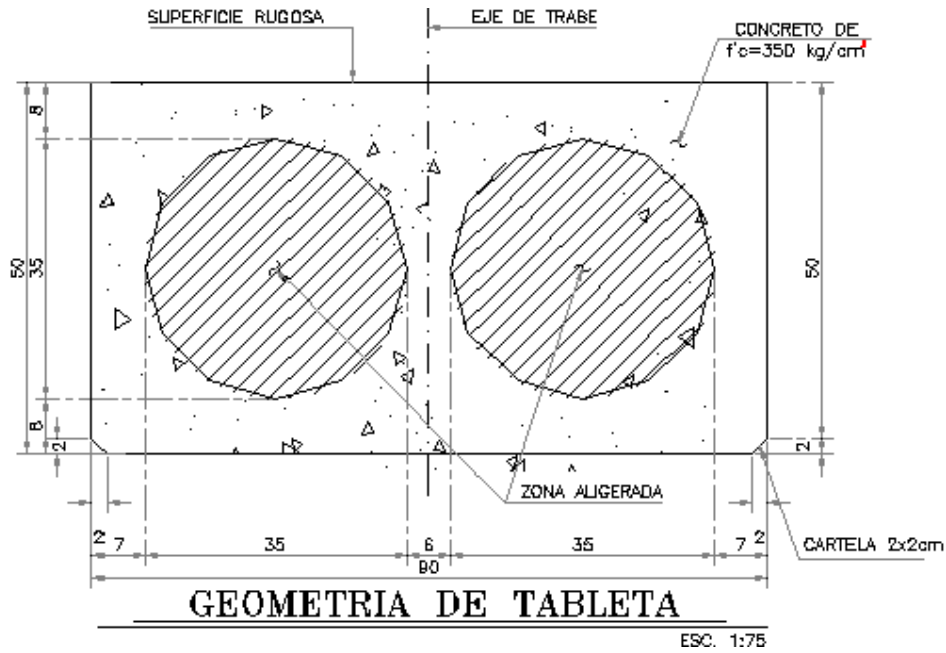
De acuerdo con el proyecto se hace un análisis de las trabes tomando sus características geométricas y de presfuerzo, tomando estas características de secciones tipo para una sección con peralte de cincuenta centímetros como la de este proyecto en particular. Además se diseñara con la carga móvil tipo 1 T3 - S3 en dos bandas de circulación, la cual rige en el año en curso.

Así mismo se tomarán en cuenta para el diseño el espesor del firme de compresión y el espesor de carpeta asfáltica que regirán para el puente.

ANCHO TOTAL =	13,5	m	
ANCHO GUARNICIÓN o BANQUETA =	1,5	m	
ANCHO DE CALZADA =	12	m	
NÚMERO DE TRABES =	13		
SEPARACIÓN ENTRE TRABES =	90	cm	
PERALTE =	50	cm	
CLARO =	12,59	m	
ESVIAJE =	35	°	cos α = 0,8192



AMPLIACIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE "RÍO CHILERO"



PROPIEDADES DE LA TRABE:

AREA =	2576	cm²
Y _i =	25	cm
Y _s =	25	cm
I =	790200	cm⁴
S _i =	31608	cm³
S _s =	31608	cm³

PROPIEDADES DE LA LOSA:

Espesor de la losa = 16 cm.

Se considera la separación para cada trabe de 90 cm.

El concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ equivale a un concreto de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ a un patín de $(0.8452) \times (\text{separación de trabe}) = 76 \text{ cm}$.

CONCEPTO	AREA cm ²	BRAZO cm	A*B cm ³	Y cm	AY ² cm ⁴
LOSA	1217	58	70587	22,4	611290
TRABE	2576	25	64400	10,6	288802
Σ	3793		134987		900092

Y _i =	35,6	cm	I =	1716255	cm⁴
Y' _s =	30,4	cm	Y _s =	14,4	cm

Las propiedades calculadas de la sección son las siguientes:

SECCION	A (cm ²)	Y(cm)	Y _s (cm)	Y' _s (cm)	S _i (cm ³)	S _s (cm ³)	S' _s (cm ³)
TRABE	2576	25	25	0.0	31608	31608	0
TRABE-LOSA	3793	35,6	14,4	30,4	48225	119088	56434

A continuación se calcularán los efectos de las cargas sobre las trabes:



1.- Peso propio:

$$\begin{aligned} W &= 618 && \text{kg/cm} \\ M &= 12250 && \text{kg m} \\ V &= 3892 && \text{kg} \\ \\ F_i &= 38,8 && \text{kg/cm}^2 \\ F_s &= -38,8 && \text{kg/cm}^2 \end{aligned}$$

1.- Losa y diafragma:

$$\begin{aligned} LOSA &= 399 && \text{kg/m} \\ M &= 7901 && \text{kg m} \\ V &= 2510 && \text{kg} \\ \\ F_i &= 25.0 && \text{kg/cm}^2 \\ F_s &= -25.0 && \text{kg/cm}^2 \end{aligned}$$

3.- Guarnición, parapeto y carpeta.

$$\begin{aligned} \text{GUAR, PAR.} &= 82 && \text{kg/m} \\ \text{CARPETA} &= 203 && \text{Kg/m} \\ \Sigma &= 285 && \text{Kg/m} \\ \\ M &= 5639.26 && \text{kg m} \\ V &= 1791.66 && \text{kg} \\ \\ F_i &= 11.7 && \text{kg/cm}^2 \\ F_s &= -4.7 && \text{kg/cm}^3 \\ F`s &= -10.0 && \text{kg/cm}^4 \end{aligned}$$

4.- Carga Móvil:

$$IMPACTO = 1 + \frac{1524}{L + 381}$$

Para camión tipo: T3-S3

M =	67.41	Ton-m
V =	28.32	ton

$$\text{FACTOR DE CONCENTRACIÓN} = \frac{1 + \frac{N+1-2I}{n^2-1} \frac{e}{L}}{n}$$

4.1.- Para una banda de circulación:

$$e = 3.725 \text{ m}$$

NUMERO DE TRABE

$$I = 1$$

$$FC = 0.2134$$

MT =	18.70	Ton-m
VT =	7.86	ton

4.2.- Para dos bandas de circulación:

$$e = 2.200 \text{ m}$$

NUMERO DE TRABE

$$I = 1$$

$$FC = 0.1575$$



AMPLIACIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE "RÍO CHILERO"



MT =	27.61	Ton-m
VT =	11.60	ton

Haciendo un resumen de los elementos mecánicos por banda de circulación:

4.1 Para una banda de circulación:

MT =	14.96	Ton-m
VT =	6.28	ton

4.2 Para dos bandas de circulación:

MT =	27.61	Ton-m
VT =	11.60	ton

Por lo que rige carga viva para dos bandas de circulación

Fi =	57.2	kg/cm ²
Fs =	-23.2	kg/cm ³
F`s =	-48.9	kg/cm ⁴

RESUMEN DE ESFUERZOS.

CONCEPTO	Fi	(kg/cm2)	Fs	(kg/cm2)	F`c	(kg/cm2)
PERO PROP	38,8		-38,8			
LOSA, DIAF	25,5	63,8	-25	-63,8		
GUARN,PAR,CARP	11,7	75,4	-4,7	-68,5	-10	-10
Σ =		75,4		-68,5		-10
CARGA MÓVIL	57,2	132,7	-23,2	-91,7	-48,9	-59,8



PRESFUERZO:

Consistirá en torones "súper de 1/2" con área neta de 0,987 cm² y esfuerzo último mínimo de LR = 19000 kg/cm², esfuerzo temporal (periodo corto) al tensar de 0.75 Fr = 14250kg/cm² pérdidas debidas al flujo plástico y contracción diferida de fraguado y esfuerzo bajo las cargas de servicio de (14250 – pérdidas totales) = 11400 kg/cm² después de verificadas las perdidas. Para el concreto los esfuerzos límites serán los siguientes:

$$F'ci = 0.8 f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

Temporales

$$\text{Compresión: } 0.60 f'ci = 168 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Tensión con esfuerzo} = 1.6\sqrt{f'ci} = 26.8 \text{ kg/cm}^2$$

En servicio:

$$\text{Compresión} = 0.40 f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Tensión en zona comprimida} = 0.8\sqrt{f'ci} = 15.0 \text{ kg/cm}^2$$

Perdidas de presfuerzo =

$$Afs = SH + ES + CRC + CRS$$

Afs = pérdidas totales.

SH = perdidas por contracción de fraguado, que para humedad ambiente de 25 a 75 % es de $1195 \cdot 10.55 \cdot RH = (RH = \text{porcentaje anual de humedad}) \text{ kg/cm}^2$

$$RH = 60 \text{ kg/cm}^2$$

ES = Perdidas por acortamiento elástico $7 fcr$, en donde fcr = esfuerzo promedio en el concreto en el centro de gravedad del acero de presfuerzo debido al peso propio y al preesfuerzo, considerando una pérdida inicial de 10% la cortar los torones.

CRC = Perdidas del flujo plástico = $12 fcr - 7 fcds$, en donde:

$fcds$ = esfuerzo promedio en el concreto en el centro de gravedad del acero de presfuerzo, debida a la carga muerta total descontando el peso propio.

$$CRS = \text{Perdidas por relajación del acero de presfuerzo} = 351.55 - 0.1 ES - 0.05 (SH + CRC).$$

5.- El presfuerzo para cada trabe consistirá en 13 torones con:

$As = \text{torones} \cdot 0.987 = 12.831 \text{ cm}^2$ cuyo centro de gravedad se localizara teniendo en cuenta la figura siguiente.

Y =	5	cm
e=yi-y=	20.00	cm
Pi=14,25As=	182,80	ton
As =	12,83	cm ²
At =	2576	cm ²
Si =	31608	cm ³
Ss =	31608	cm ³

$f_i = Pi(1/At + e/Si) =$	-186,7	kg/cm ²	compresión
---------------------------	--------	--------------------	------------



AMPLIACIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE "RÍO CHILERO"



$f_s = \frac{P(1/At+e/S_s)}{S_s} =$	44,7	kg/cm ²	tension
-------------------------------------	------	--------------------	---------

Esto es considerando que inmediatamente después de la transferencia del presfuerzo se tienen las pérdidas.

A continuación se calculan los esfuerzos en la etapa de construcción y de servicio:

a) Presfuerzo inicial y peso propio:

$f_i =$	-129,3	kg/cm ²	compresión	<	-168	kg/cm ²
$f_s =$	1,5	kg/cm ²	compresión	<	26,8	kg/cm ²

b) Presfuerzo inicial, peso propio y carga muerta total.

$f_i =$	-111.2	kg/cm ²	compresión
$f_s =$	-23.8	kg/cm ²	compresión

Con los datos anteriores se calculan las pérdidas totales.

por contracción del fraguado.-	$SH =$	562	kg/cm ²
por acortamiento elástico .-	$f_i =$	-129.3	kg/cm ²
	$f_s =$	1,5	kg/cm ²
	$f_{cds} =$	30.0	kg/cm ²
	$CRC =$	-1184	kg/cm ²

Por relajación del acero.-

$$CRS = 351,55 - 0,1 ES - 0,05 * (SH + CRC) = 182,9 \text{ kg/cm}^2$$

Pérdidas totales.-

$$Asf = SH+ES+CRC+CRS = 2742 \text{ kg/cm}^2$$

PRESFUERZO FINAL.-

$$PF = (14250 - Afs) = 147660 \text{ kg}$$

Por lo cual los esfuerzos serán:

$F_i =$	-150.8	kg/cm ²
$F_s =$	36.1	kg/cm ³

c) Presfuerzo final, peso propio y carga muerta total.-

$F_i =$	-75.6	kg/cm ²	compresión
$F_s =$	-32.4	kg/cm ²	compresión

d) En operación.-

$F_i =$	-18.1	kg/cm ²	tensión
$F_s =$	-55.6	kg/cm ²	compresión

La tensión será tomada por 4 vars

$F =$	5680	kg/cm ²	
$F_{tot} =$	11508	kg/cm ²	< 14250 kg/cm ²



RESUMEN DE ESFUERZOS

RESUMEN DE ESFUERZOS						
CONCEPTO	Fi	kg/cm ²	fs	kg/cm ²	f's	kg/cm ²
peso propio	38,8		-38,8			
presfuerzo	-150,8	-112	36,1	-2,6		
losa y diafragma	25	-87	-25	-29,6		
guar, para, carp,	11,7	-75,3	-4,7	-32,4	-10	
carga movil	57,2	-18,1	-23,2	-55,6	-48,9	-58,9

Se considera que estos esfuerzos son apropiados porque anteriormente los esfuerzos de tensión que podría soportar la trabe eran en acero.

RESUMEN DE MOMENTOS Y FUERZAS CORTANTES.

	momento	cortante
peso propio	12250 kg-m	3892 kg
presfuerzo	7901 kg-m	2510 kg
losa y diafragma	5639 kg-m	1792 kg
guar, para, carp,	27606 kg-m	11598 kg
suma	53396kg-m	19791 kg

RUPTURA

Revisión con valores críticos:

Si $t_{crit} > t_{original}$ es una viga t
 Si $t_{crit} < t_{original}$ es una viga rectangular

Como $t_{crit} = 1.4 d (\rho) f^*_{su} / f^*_c$ $t_{original} = 16 \text{ cm}$.

$$F^*_{su} = f^*_s (1 - 0.5 \rho f^*_c) = 17574 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 76 \text{ cm} \quad d = 61 \text{ cm}$$

$$t_{crit} = 11.9 \text{ cm} < t_{original} = 16 \text{ cm} \quad \text{VIGA RECTANGULAR.}$$

a) Sección rectangular

$$\text{Momento resistente} = A_s r (t^*_{su}) d (1 - 0.6 (A_s r t^*_{su}) / (b' d f^*_c)) + 0.85 f^*_c (b - b') t (d - 0.5 t) =$$

$$A_s r = A^*_s - A_s f = -2,35$$

$$A_s = 0,85 f^*_c (b - b') t / f^*_{su} = 15,2$$

$$\text{MR} = 114733 \text{ kg-m} > 112382 \text{ kg-m}$$

Cortante en el apoyo según AASHTO

$$V_{cm} = 8194 \text{ kg}$$

$$V_{cv} = 6284 \text{ kg}$$

$$\text{Cortante actuante} = 1.3 (V_{cm} + 1.67 C_{cv}) = 24295.2 \text{ kg}$$

$$\text{Cortante que resiste el concreto} = 12.6 b' (j) d = 13834.8 \text{ kg}$$

Con estribos en dos ramas del 3C:

$$S = 2 A_v f_y j d / (V_u - V_c) = 29,8 \text{ cm}$$

Además $A_v > 7.03 b' s / f_y$



$$s = Av \cdot f_{sy} / b \cdot 7,03 = 40,4 \text{ cm} > 29,8 \text{ cm}$$

CALCULO POR ESFUERZOS PERMISIBLES

a) Materiales:

CONCRETO $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
 ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

b) Esfuerzos Permisibles:

COMPRESIÓN. $f_c = 0.45f'c = 112.50 \text{ kg/cm}^2$
 FLEXIÓN. $f_s = 1685 \text{ kg/cm}^2$
 CORTANTE. $V_{CR} = 0.29 \text{ RAIZ}(f'c) = 4.59 \text{ kg/cm}^2$

c) Modulo de elasticidad:

CONCRETO. $E_c = 14000 \text{ RAIZ}(f'c) = 221359.44 \text{ kg/cm}^2$
 ACERO DE REFUERZO. $E_s = 2000000 \text{ kg/cm}^2$

a) Constantes de cálculo:

$n = E_s / E_c = 9.04$
 $k = 1 / (1 + (f_s / n f_c)) = 0.3763$
 $j = 1 - (k / 3) = 0.8746$
 $K = 0.5 \times f_c \times k \times j = 18.51 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO DE ZONA DE TRABE

Sección propuesta:

B =	100	cm
H =	50	cm
rec. =	3	cm
Long. =	1655	cm

Flexión:

$M_{D(+)} = 4.07 \text{ ton-m}$ MIEMBRO No. 3, CONDICIÓN No. 4. DEL ANÁLISIS, VER HOJAS ANEXAS.

$d_{min.} = \text{RAÍZ}(M_D / Kb) = 14.83 \text{ cm} < d_{prop} = 47 \text{ cm OK !}$
 2.85

$A_s = M_D / (f_s \times j \times d) = 22.60 \text{ cm}^2$ 2 # 6

$M_{D(-)} = 15.65 \text{ ton-m}$

$d_{min.} = \text{RAÍZ}(M_D / Kb) = 29.08 \text{ cm} < d_{prop} = 47 \text{ cm OK !}$
 5.07

$A_s = M_D / (f_s \times j \times d) = 22.60 \text{ cm}^2$ 4 # 8

$A_s = M_D / (f_s \times j \times d) = 12.22 \text{ cm}^2$ 4 # 6



CORTANTE:

$$V = 16.55 \text{ ton}$$

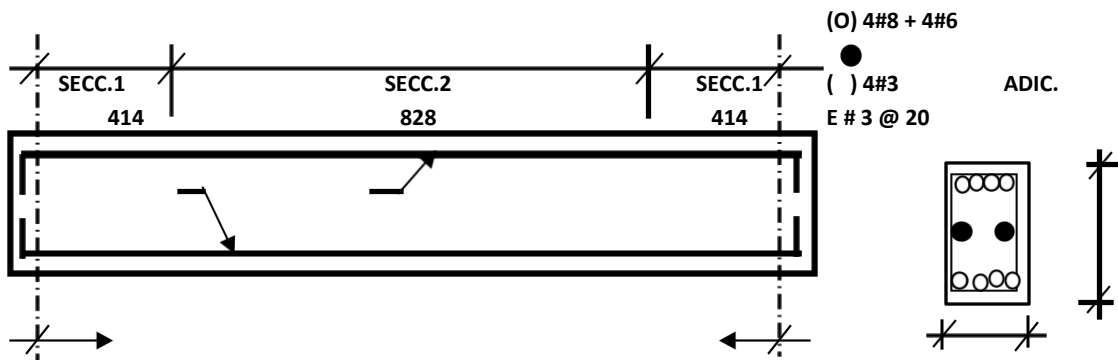
$$V_{CR} = 0.29 \times RAIZ (f'c) \times b \times d = 21550.92 \text{ kg} = 21.55 \text{ ton}$$

VCR > V POR LO TANTO ESTRIBOS POR ESPECIFICACIÓN.

SI ESTRIBOS # 3 EN DOS RAMAS. = 0.71

$$S = (A_v \times f_s \times d) / (V - V_{CR}) = -22.49$$

POR LO TANTO E # 3 @ -22 cm



REVISIÓN DE LAS DEFLEXIONES DE ZONA MACIZA DE TRABE.

DEFLEXIÓN ADMISIBLE.

$$ADM = \frac{5ML^2}{48EI} = 0.08 \text{ cm}$$

W =	1565000.00	kg - cm
L =	330.00	cm
E =	221359.44	kg/cm ²
I =	1041666.67	cm ⁴

DEFLEXIÓN PERMISIBLE.

$$PERM = L / 360 = 0.92 \text{ cm} > ADM \text{ OK !}$$

Por lo tanto la zona maciza de trabe no sufrirá problemas por la deflexión de esta.

De acuerdo a lo anterior, se utilizaran 5 gatos por eje de una capacidad de 50 ton cada uno.



REVISIÓN Y DISEÑO DE ZONA MACIZA DE TRABE.

Cargas a considerar.

Carga muerta.

Peso propio del puente..... Esviajado.

CARGA DEL PUENTE

TRABES	12,6	0,2576	13	2,4	101,27	ton
LOSA	12,6	16,55	0,16	2,4	80,08	ton
CARPETA ASFÁLTICA	12,6	13,20	0,1	2,2	36,59	ton
					WC.M1 =	217,93

$WC.M1 = (Wc-m1 / 2) / LONG ZONA MACIZA = 7,6 \text{ ton/m.}$

CARGA EN ZONA DE EXTREMOS DEL PUENTE.

BANQUETA $0.332 \quad 12.60 = 4.18$
WC.M2 = 4.18

$WC.M2 = (WC.M2 / 2) / ANCHO BANQUETA = 1.31 \text{ ton/m.}$

CARGA EN ZONA DE EXTREMOS DEL PUENTE.

PILASTRA, TUBO Y GUARNICIÓN. $0.364 \quad 12.60 = 4.58$
Wp = WC.M3 = 4.58

$Wp = WC.M3 = (WC.M3 / 2) = 2.29 \text{ ton.}$

ANCHO TOTAL DE LA LOSA DEL PUENTE	ancho =	16,55	m
ESPELOR DE LA LOSA DEL PUENTE	esp =	0,16	m
ANCHO CARPETA TOTAL DE LOSA DEL PUENTE	ancho =	13,2	m
ESPELOR DE CARPETA DEL PUENTE	esp =	0,1	m
LONGITUD TOTAL DE LOSA DEL PUENTE	long =	12,6	m
VOLADO DER TOTAL DE LOSA DEL PUENTE	long =	1,06	m
VOLADO IZQ TOTAL DE LOSA DEL PUENTE	long =	1,16	m
ANCHO BANQUETA DEL PUENTE	ancho =	1,6	m
ANCHO DE BORDILLO DEL PUENTE	ancho =	0,35	m
SEPARACIÓN DE TRABES PREESFORZADAS	sep trab =	0,9	m
SEPARACIÓN DE APOYOS DE GATOS	sep trab =	3,3	m
NUMERO DE TRABES PREESFORZADAS	tra =	13	m
LONG TOTAL DE ZONA MACIZA DEL PUENTE	long =	14,33	m

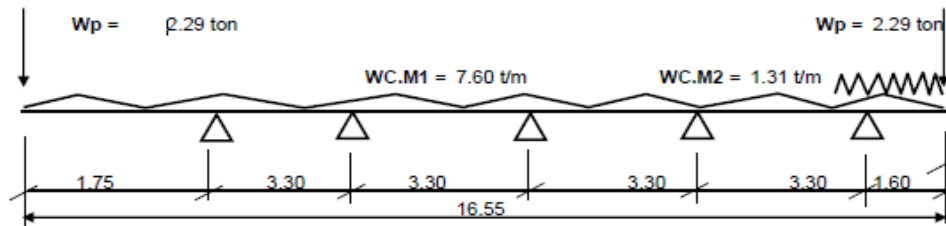


AMPLIACIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE "RÍO CHILERO"



PARA EL ANALISIS SE CONSIDERARA A LA LOSA COMO UN ELEMENTO DE ANCHO UNITARIO.

DISTRIBUCION DE LA CARGA DE ACUERDO A LA POSICION DE LOS GATOS.



(DISTANCIA A CENTRO DE APOYOS DE GATOS EN TRABES PRESFORZADAS)

VER RESULTADOS DE ANALISIS EN HOJAS ANEXAS.

SECCION DE ZONA MACIZA DE TRABE A ANALIZAR.

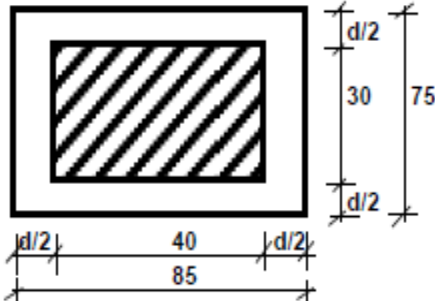
$$\begin{array}{l} B = \boxed{1.00} \text{ m} \\ H = \boxed{0.50} \text{ m} \end{array}$$



REVISIÓN DE LA ZONA DE LA TRABE POR PENETRACIÓN.

Datos: W apoyo = 16.55 ton
 Espesor de la losa de puente h= 50 cm
 Peralte efectivo de la losa de puente d = 48 cm.

Placa metálica de apoyo del gato de izaje en losa de puente, sección de 30x40 cm.



PERÍMETRO CRÍTICO.

$$Bo = 2 (L1+L2) = 2 (85+75) = 320 \text{ cm.}$$

AREA CRÍTICA.

$$Ac = dxbo = 45 \times 320 = 14400 \text{ cm}^2.$$

CORTANTE ADMISIBLE.

$$V \text{ adm} = W \text{ APOYO} / Ac = 44.68 \times 1000 / 14400 = 1.15 \text{ kg/cm}^2$$

CORTANTE PERMISIBLE.

$$V \text{ perm.} = 0.5 \times \sqrt{f'c} = 0.5 \times \sqrt{350} = 9.35 \text{ kg/cm}^2 > V \text{ adm}$$

$$d/2 = 45/2 = 22.50 \text{ cm}$$

$$L1 = 40 + 2(22.5) = 85 \text{ cm}$$

$$L2 = 30 + 2(22.5) = 75 \text{ cm}$$

Por lo tanto las trabes de concreto no sufrirán ningún daño en las zonas donde el sistema de elevación se apoye.

REVISIÓN DE LOS ESTRIBOS DE MAMPOSTERÍA.

Se revisará por compresión y cortante debido a las cargas producidas por el levantamiento de la losa del puente.

W APOYO = 16.55 ton

ESPESOR DEL MURO e prop =	140	cm	Esesor supuesto de influencia de la carga de apoyo
ALTURA DEL MURO h =	130	cm	
ANCHO UNITARIO DEL MURO L =	100	cm	Se propone analizar un ancho unitario.
ALTURA DE CORONA =	40	cm	
ANCHO DE CORONA =	150	cm	

REVISIÓN POR PENETRACIÓN.

Peso propio del muro en la zona de influencia de la carga.

$$Wp.P = 0.4 \times 1.5 \times 2.4 \times 1 = 1.44 \text{ ton.}$$

$$W \text{ TOTAL} = W \text{ APOYO} + W \text{ P.P} = 17.99 \text{ ton.}$$

$$h/e = 0.93 \text{ cm} < 10 \text{ por lo tanto elemento corto.}$$

ESPESOR MÍNIMO.

$$e_{min} = W \text{ TOTAL} / L \times f_{cp} = (17.99 \times 1000) / (100 \times 12) = 14.99 \text{ cm} = e_{prop} = 140 \text{ cm. OK CUMPLE!!}$$

$$f_{cp} = 12 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{ESFUERZO PERMISIBLE A COMPRESIÓN DE LA MAMPOSTERÍA}$$

REVISIÓN POR CORTANTE.

$$V \text{ res} = h \times L \times f_{vp} = 40 \times 150 \times 3 = 39000 \text{ kg} = 39 \text{ ton} > W \text{ APOYO} = 17.99 \text{ ton. OK CUMPLE!!}$$

$f_{vp} = 3 \text{ kg/cm}^2$ ESFUERZO PERMISIBLE A CORTANTE DE LA MAMPOSTERÍA. Por lo tanto los estribos de mampostería no sufrirán ningún daño en las zonas donde el sistema de elevación se apoye.



REVISIÓN DE CORONAS PARA IZAJE DE LA LOSA DEL PUENTE.

CONSIDERACIONES:

- Se considera que al levantar el puente este se apoyará en 5 puntos en los cuales se colocarán los gatos, debido al proceso del levantamiento del puente.
- Se considerará que en la zona de influencia de los gatos, estos soportarán una quinta parte del peso total de la losa del puente en su estado actual.

DATOS GENERALES DEL PUENTE:

W APOYO = 16.55 ton ----- Por lo tanto se utilizarán 5 gatos con una capacidad mínima de 20 ton.

Se propone área de influencia en la corona de concreto armado de 30x30x20 cm.

Area de influencia en corona A = 30x30 = 900 cm²

ESFUERZO PERMISIBLE DEL CONCRETO A COMPRESIÓN.

$T_{perm.} = f_c = 0.45 \times f'_c = 0.45 \times 250 = 112.5 \text{ kg/cm}^2$
 $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$

CALCULO DEL REFUERZO ADMISIBLE A COMPRESIÓN DE LA CORONA DE CONCRETO ARMADO.

$T_{adm} = W_{APOYO} / A_{BLOQUE} = (16.55 \times 1000) / 900 = 18.39 \text{ kg/cm}^2 < T_{perm} = 112.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK!!}$

Por lo tanto se acepta la sección de la corona propuesta.

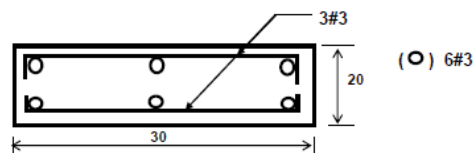
ACERO DE REFUERZO PARA LA ZONA DE APOYO DEL GATO EN LA CORONA DE CONCRETO.

Considerando área de acero mínima.

$A_{s \text{ min}} = 0.0026 \times b \times d = 1.17 \text{ cm}^2$ Si refuerzo del # 3; por lo tanto: 2#3

b = 30 cm

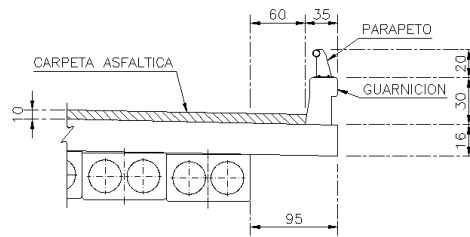
d = 15 cm





ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOSA

Longitud total:	31.87	
Tramos:	12.64	
Ancho total:	13.50	
Ancho de calzada:	10.80	(Tres carriles)
Guarniciones de:	0.35	
Esviajado:	35º der	
Volado de losa:	0.95	
Carga móvil de diseño de volado	HS-20	



VOLADO DE LOSA

ESC. 1:50

Carga Muerta:

$$\begin{aligned} \text{Guarnición} &= 0.25 \times 0.20 = 0.050 \\ &+ 0.30 \times 0.30 = 0.083 \\ &= 0.133 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$b = 0.475, \quad M = 0.151 \text{ t-m/m}$$

$$\text{Carpeta asfáltica} = 0.10 \times 0.060 \times 2.20 = 0.132 \text{ t/m}$$

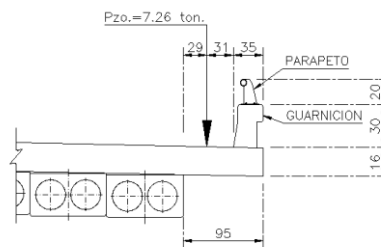
$$b = 0.300, \quad M = 0.040 \text{ t-m/m}$$

$$\text{Volados de losa} = 0.16 \times 0.95 \times 2.40 = 0.365 \text{ t/m}$$

$$b = 0.300, \quad M = 0.109 \text{ t-m/m}$$

Momento total por carga muerta: $M.c.m. = 0.815$

CARGA VIVA.- CONSIDERANDO LA CARGA MÓVIL HS-20



VOLADO DE LOSA

ESC. 1:50

Ancho de distribución de acuerdo con AASHTO:

$$E = 0.8 \times (X) + 1.143 = E = 1.375 \text{ m}$$

$$M_{cv} + I = \frac{P \cdot X}{E} \cdot I = 1.99 \text{ t-m/m}$$



Momento total de diseño:
MT = 2.805 t-m/m

Revisión del peralte requerido:

$$f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$$
$$Fy = 4000 \text{ Kg/cm}^2$$

Donde: $n = 9.040$
 $K = 0.376$
 $J = 0.875$
 $K = 18.51$

$$d = \sqrt{\frac{280536.00}{18.51 \cdot 100}} = 12.311 \text{ cm}$$

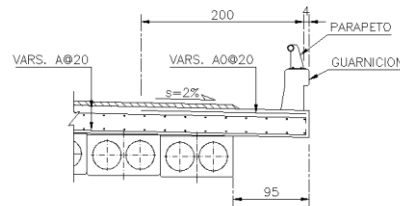
$r = 4 \text{ cm}$ $d = 12 \text{ cm}$.

Refuerzo por momento negativo.

$$As (-) = \frac{280536.00}{2000 \cdot 0.875 \cdot 12} = 13.36 \text{ cm}^2/m$$

Utilizando varillas de 4C (1/2") tenemos, $a = 1.27 \text{ cm}^2$

Vars @ = 9.502 cm ----- Vars de $\phi = \frac{1}{2}'' @ 10 \text{ cm}$.

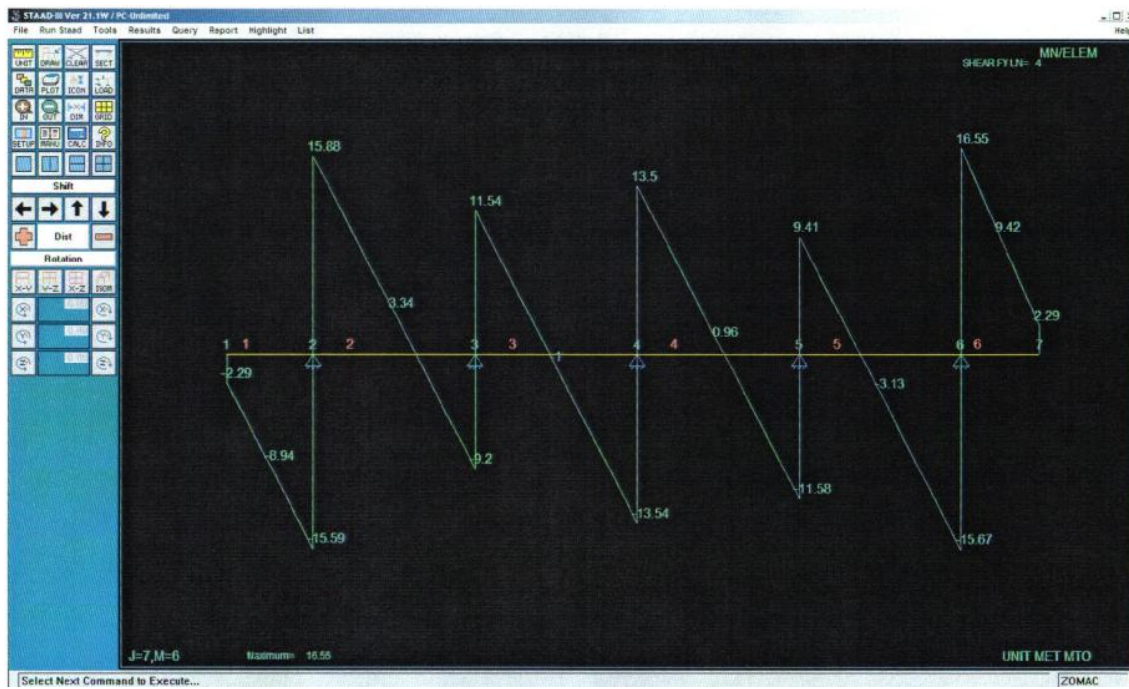


DETALLE DEL REFUERZO
DEL VOLADO DE LOSA

ESC. 1:50



DIAGRAMAS DE MOMENTOS Y CORTANTES





5.3. TRABAJOS POR EJECUTAR.

Finalizados el proyecto ejecutivo de la modernización y ampliación transversal del puente: “Rio Chilero”, ubicado en el km. 81+020 de la Carretera: Toluca – Cd. Altamirano, Tramo: Temascaltepec – Tejupilco, se procederá a ejecutar la obra, a continuación se describe a la estructura ampliada y modernizada:

Descripción: Puente de tres claros simplemente apoyados, con esviajamiento derecho de 35°. Longitud total igual a 37.87 m. Ancho normal total de calzada de 13.50 m. Ancho esviajado total de calzada de 16.48 m.

Superestructura: 13 tabletas presforzadas de 50x90 cm de concreto preesforzado, con volados de 0.85 y 0.95 m. Losa continua de concreto reforzado. Parapeto de acero para calzada, guarnición, remate y banqueta de concreto y pilastras y pasa manos de acero.

Subestructura: estribo-cabezal 1 y 4, cuerpo de mampostería y concreto ciclópeo; coronas muro de respaldo y topes sísmicos de concreto reforzado, las pilas 2 y 3 cuerpo y zapata de mampostería y concreto ciclópeo; corona y topes sísmicos de concreto reforzado, con desplante superficial.

Tramo de Tabletillas	Longitud (cm)
1-2	1259.00
2-3	1259.00
3-4	1259.00

Tramo de Losa	Longitud (cm)
1-4	3787.00

Previo al inicio de cualquier trabajo, el ingeniero residente de la obra deberá revisar los planos ejecutivos del proyecto para verificar las dimensiones en campo y así mismo las volumetrías calculadas en el proyecto.

Antes de iniciar cualquier trabajo de ampliación a tres carriles del Puente “Rio Chilero”, se deberá colocar el señalamiento preventivo, informativo y restrictivo (diurno y nocturno) de la obra; proporcionando seguridad a los usuarios y a los trabajadores de obra.

Etapas de los trabajos por ejecutar:

I.- Nuevo carril y adecuaciones de la subestructura existente: El nuevo carril se construirá todo nuevo desde la subestructura hasta la superestructura y adecuación de accesos. Las pilas 2 y 3 existente se rehabilitaran con un dentellón y el encamisado del cuerpo de mampostería.

Primera etapa: Obra de encauzamiento provisional del cauce y ampliación de pilas 2 y 3.

1. Se construirá la obra de encauzamiento provisional, la cual consta de una represa reductora de velocidad del cauce y un muro de contención tipo brocal para el tubo PEAD ADS N-12 de Ø = 91 cm, y longitud de 38.45 m. La represa y el muro de contención serán construidos con costales de 80x40 cm.
2. Encauzado el arroyo, se procederá a realizar los trabajos de san-blasteo en todo el cuerpo de las pilas 2 y 3. Lado aguas arriba se retiraran las piedras del tajamar de forma escalonada. El retiro de las piedras será por medios manuales, sin impactar excesivamente el cuerpo de la pila.



3. En la zapata de mampostería de la pila 2, se realizara una limpieza y retiro de toda materia extraña, alojada en la zona socavada y erosionada.
4. Alinear la zona de pilas, considerando el proyecto geométrico de trazo y las características geométricas del puente.
5. Preparación para la construcción del dentellón en las pilas y ampliación longitudinal de las zapatas de pilas. La excavación en roca se realizará mediante pulsetas, con una profundidad de 50 cm. a partir del contacto con la roca, dejando una superficie plana en las caras laterales y horizontales en las cuales se asentará el dentellón de concreto reforzado de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y la zapata de concreto ciclópeo $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$.

Realizar las perforaciones en roca de $\varnothing = 1/2''$ de 50 cm de profundidad a cada 40 cm. a tres bolillo. El dentellón solo se construirá en una cara lateral de la zapata, considerando el existente y la ampliación de pilas 2 y 3.

6. Habilitado, refuerzo, cimbrado y colado de los dentellones en las pilas; En la zapata existente el primer solo se cimbrara en una cara, en la ampliación de la zapata nueva, la cimbra ira en ambos lados. Las caras en contacto con el concreto en el dentellón, serán de madera cepillada, triplay de una sola pieza o metálica.
7. La zapata 2 tiene problemas de socavación, el colado del dentellón será -10 cm. de la base de la zapata y la cimbra en ambas caras, al siguiente día del colado se retirara la cimbra de la cara interior; Se colocaran tapones en todo el perímetro de la zona donde pudiera disgregarse el concreto expansivo, previendo lo anterior se procederá a vaciar el concreto expansivo de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ hasta el nivel de desplante de la zapata. El concreto expansivo llenara todos los huecos bajo la zapata socavada.
8. Continuar con el colado del dentellón hasta el nivel de la zapata existente dejando los 15 cm, sin colar para el amarre y traslape de la malla electrosoldada, refuerzo del encamisado del cuerpo de las pilas.
9. Cimbrar el perímetro restante de las zapatas de las pilas 2 y 3, hasta la altura de proyecto. Las caras en contacto con el concreto serán de madera cepillada, triplay de una sola pieza o metálica y podrán descimbrarse al tercer día de efectuado el vaciado del concreto y acomodo de las piedras; se usara piedra (roca sana natural) seleccionada de 30 a 60 cm de diámetro. Las piedras se colocaran de manera que las de mayor tamaño se alojen en la parte inferior del elemento en construcción, las piedras se asentaran en una capa de 50 cm de espesor de concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y posteriormente se ahogaran con otros 50 cm de espesor de concreto y así sucesivamente hasta llegar a la altura de proyecto.
10. Encamisado del cuerpo de pilas con malla electrosoldada de 6/6 6x6, la cimbra de las caras en contacto con el concreto de la pila existente, serán de madera cepillada, triplay de una sola pieza, el colado se realizara con concreto de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y podrán descimbrarse al tercer día de efectuado el vaciado del concreto. El colado llegara -20 cm, debajo de la corona existente, dejando 60 cm, de malla sin colar. Estas puntas se sujetaran al refuerzo de la corona nueva. (Este trabajo se describe en la inciso II etapa I no. 4).
11. Cimbrar el perímetro por ampliar del cuerpo de las pilas 2 y 3, en tres partes hasta alcanzar la altura de proyecto. Las caras en contacto con el concreto serán de madera cepillada o triplay de una sola pieza, se usara piedra (roca sana natural) seleccionada de 30 a 60 cm de diámetro. Las piedras se colocaran de manera que las de mayor tamaño



se alojen en la parte inferior del elemento en construcción, las piedras se asentaran en una capa de 50 cm de espesor de concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y posteriormente se ahogaran con otros 50 cm de espesor de concreto y así sucesivamente hasta llegar a la altura de proyecto.

12. Demoler parte de la corona existente, la que está bajo el volado de la losa, la ampliación de corona será hasta la base de apoyo de la losa plana existente.
13. Alcanzado el nivel de proyecto, el cuerpo de pilas con concreto ciclópeo, será habilitado el acero de refuerzo de corona, tope sísmico, bancos y cajas de gateo, se reforzaran estos elementos estructurales, cimbrar y vaciara el concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en una sola etapa. Se dejaran puntas del acero de refuerzo de 60 cm de la corona para el traslape posterior.



Segunda etapa: Ampliación de los estribos 1 y 4.

Nota: Esta etapa se puede desarrollar simultáneamente a la primera etapa

1. Colocar el señalamiento de ampliación a tres carriles del Puente Rio Chilero,
2. Alinear la zona de estribos, considerando el proyecto geométrico de trazo y las características geométricas del puente. Ubicada la zona, retirar el material suelto hasta la roca natural. La excavación en roca se realizara mediante pulsetas, con una profundidad de 50 cm. a partir del contacto con la roca, dejando una superficie plana en las caras laterales y horizontales en las cuales se asentara el cuerpo del estribo de concreto ciclópeo $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$.
3. Cimbrar la zona por ampliar de los estribos 1 y 4, hasta la altura de proyecto. Las caras en contacto con el concreto serán de triplay de una sola pieza o metálica y podrán descimbrarse al tercer día de efectuado el vaciado del concreto y acomodo de las piedras; se usara piedra (roca sana natural) seleccionada de 30 a 60 cm de diámetro. Las piedras se colocaran de manera que las de mayor tamaño se alojen en la parte inferior del elemento en construcción, las piedras se asentaran en una capa de 50 cm de espesor de concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y posteriormente se ahogaran con otros 50 cm de espesor de concreto y así sucesivamente hasta llegar a la altura de proyecto. El ancho de corona de los estribos será mayor al existente.
4. Demoler parte de la corona existente, la que está bajo el volado de la losa, la ampliación de corona será hasta la base de apoyo de la losa plana existente. La corona nueva tendrá la geometría diferente a la existente, la base para recibir a la corona es mayor a la existente, por tal motivo los estribos de mampostería y concreto reforzado existente también se ampliaran transversalmente.
5. Alcanzado el nivel de proyecto, del cuerpo de los estribos con concreto ciclópeo, será habilitado el acero de refuerzo de muro de respaldo corona, tope sísmico, bancos y cajas de ganeo, se reforzaran estos elementos estructurales, cimbrar y vaciara el concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en una sola etapa. Se dejaran puntas del acero de refuerzo de 60 cm de la corona para el traslape posterior. (Este trabajo se describe en la inciso II etapa I no. 4).
6. El muro de respaldo considera la adecuación para recibir a la junta tipo MATRIX o similar.
7. El relleno de las excavaciones y el terraplén del muro de respaldo se harán por capas horizontales, de espesor no mayor de 30 cm, compactadas al 90 % de su peso volumétrico optimo, determinado por la prueba Proctor. Se dejaran pasar por lo menos cinco días entre la conclusión de la ampliación de los muros de respaldo de los estribos 1 y 4 y la iniciación del relleno o terraplén.



Tercera etapa: Adecuación de accesos a tres carriles.

Nota: Esta etapa se puede desarrollar simultáneamente a la primera y segunda etapa.

1. Colocar el señalamiento de ampliación a tres carriles del Puente Rio Chilero,
2. Retirar y colocar nuevamente en su lugar definitivo a la malla ciclónica.
3. Demoler el acotamiento, cunetas y el puente canal. Abrir caja hasta el nivel que tenga los tramos en circulación, afinar el terreno de la zona de ubicación de la nueva cuneta retirando el material producto la demolición y de la excavación en un tiro autorizado.
4. Colocar la sub-base y la base compactadas al 90 % de su peso volumétrico óptimo, determinado por la prueba Proctor.
5. El relleno de las excavaciones y el terraplén del muro de respaldo se harán por capas horizontales, de espesor no mayor de 30 cm, compactadas al 90 % de su peso volumétrico óptimo, determinado por la prueba Próctor. Se dejaran pasar por lo menos cinco días entre la conclusión de la ampliación de los muros de respaldo de los estribos 1 y 4 y la iniciación del relleno o terraplén.
6. Colocar el riego de impregnación y la carpeta asfáltica compactadas al 95 % de su peso volumétrico óptimo, determinado por la prueba proctor.
7. Construir las obras complementarias, como son cunetas, puente-canal y lavaderos. En ambas márgenes, lado aguas arriba y lado aguas abajo.

Cuarta etapa: Izaje y montaje de tabletas presforzadas.

Nota: Esta etapa iniciara cuando se haya terminado al 100 %, de la primera a la tercera etapa.

1. Aparte del señalamiento de ampliación a tres carriles del Puente Rio Chilero, se deberá auxiliar con bandereros para las maniobras de izaje, traslado y montaje de las tabletas a su lugar definitivo. El concreto de las coronas y muro de respaldo deberá tener la resistencia a la compresión de proyecto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.
2. Demoler el volado de losa de concreto reforzado, para dar alojamiento a la sexta tableta.
3. Realizar las preparaciones en la base de las coronas, como son la colocación de las placas de neopreno integral fijos (30x20x2.5 cm) y móviles (30x20x4.1 cm) de acuerdo a proyecto, estribo 1: apoyo fijo, pila 2: apoyo móvil, pila 3: apoyo fijo y estribo 4: apoyo móvil.
4. Montaje de 6 tabletas en su lugar definitivo, de la tableta 1 a la tableta 6, estas deberán ser apoyadas en las placas de neopreno integral, entre ellas la separación es nula. En el montaje de la primera tableta se colocara en neopreno entre el tope sísmico y la tableta.
5. Cimbra del volado de losa, habilitar el acero de refuerzo de la losa de compresión y diafragmas extremos, dejando empotrado el acero de refuerzo de remates, guarnición y banqueta, así también dejar las preparaciones de la junta tipo Matrix o similar y colocar



los drenes de $\varnothing = 4''$, previendo lo anterior vaciar el concreto de la losa de compresión y diafragmas, con concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.

6. Complementar el acero de refuerzo de la guarnición y remates, dejar las preparaciones para recibir a las placas de acero de las pilastras, cimbrar y vaciar el concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, al siguiente día descimbrar y complementar el acero de refuerzo de la banqueta, colocar los sonotubos de cartón de $\varnothing = 21 \text{ cm}$, cimbrar y vaciar el concreto de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$. Soldar o atornillar las pilastras de placas de acero y colocar el tubo de acero.
7. Iniciar la preparación para la colocación de la junta tipo Matrix o similar entre muros de respaldo y losa continua; sellando la junta entre losa y muro de respaldo, evitando así caídos, de materia extraña u obstrucción de la función de la junta de dilatación.
8. Colocar el riego de impregnación sobre la losa y colocar la carpeta asfáltica de $e = 5 \text{ cm}$, y compactarla, dejando las preparaciones de la junta tipo Matrix o similar para posteriormente nivelarla a la rasante de proyecto.
9. Limpieza de zona de juntas, colocación y compactación de la junta tipo Matrix o similar.
10. La colocación del señalamiento horizontal y vertical definitivo, podrá colocarse o dejar al final de todas las etapas.

II.- Demolición de la superestructura existente y coronas de la subestructura existente: La subestructura se adecuara y la superestructura será nueva.

Primera etapa: Una vez finalizado los trabajos del nuevo carril se continuara con la demolición total de la superestructura y adecuaciones de la subestructura existente:

1. Cambio del señalamiento provisional de obra, al tercer nuevo carril. La circulación de los vehículos será en un solo carril.
2. Demolición y retiro del lugar a un tiro autorizado de todo lo que se encuentre arriba de los tres tramos de losa maciza de concreto reforzado.
3. Excavar en los respaldos de los estribos 1 y 4, hasta el nivel de desplante de roca basáltica.
4. Demolición y retiro del lugar de las coronas de concreto reforzado de estribos 1, 3, pilas 2 y 3.
5. Ampliar y adecuar verticalmente el cuerpo de las pilas 2 y 3, con concreto ciclópeo de concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, esta ampliación será a plomo (no seguirá la pendiente que trae la pila de mampostería ni la del encamisado), en el encamisado de las pilas previo, se dejo un tramo de malla electrosoldada para esta ampliación vertical, llegando a la elevación de proyecto se cortara la malla sobrante.
6. Ampliar y adecuar verticalmente y transversalmente los estribos 1 y 4 existentes, considerando los espesores de las coronas nuevas. La ampliación transversal de los estribos existentes será de concreto ciclópeo de concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ en el caso de que el espesor no lo permita será solo de concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$.



7. Continuación y adecuación de las nuevas coronas que incluyen bancos, cajas de ganeo y tope sísmico en el extremo. Traslapar las puntas de acero de refuerzo que se dejaron preparadas para darle continuidad a las coronas de los estribos y pilas, será habilitado el acero de refuerzo de muros de respaldo, corona, tope sísmico, bancos y cajas de ganeo, se reforzaran estos elementos estructurales, cimbrar y vaciara el concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en una sola etapa.
8. Realizar las preparaciones en la base de las coronas de las restantes tabletas por colocar, como son la colocación de las placas de neopreno integral fijos (30x20x2.5 cm) y móviles (30x20x4.1 cm) de acuerdo a proyecto, estribo 1: apoyo fijo, pila 2: apoyo móvil, pila 3: apoyo fijo y estribo 4: apoyo móvil.
9. Montaje de las 7 tabletas restantes en su lugar definitivo, de la tableta 7 a la tableta 13, estas deberán ser apoyadas en las placas de neopreno, entre ellas la separación es nula. En el montaje de la treceava tableta se colocara en neopreno entre el tope sísmico y la tableta.
10. Cimbra del volado de losa, habilitar el acero de refuerzo de la losa de compresión y diafragmas extremos, dejando empotrado el acero de refuerzo de remates y guarnición, así también dejar las preparaciones de la junta tipo Matrix o similar y colocar los drenes de $\varnothing = 4''$, previendo lo anterior vaciar el concreto de la losa de compresión y diafragmas, con concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.
11. Complementar el acero de refuerzo de la guarnición y remates, dejar las preparaciones para recibir a las placas de acero de las pilastras, cimbrar y vaciar el concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$. Soldar o atornillar las pilastras de placas de acero y colocar el tubo de acero.
12. Iniciar la preparación para la colocación de la junta tipo Matrix o similar entre muros de respaldo y losa continua; sellando la junta entre losa y muro de respaldo, evitando así caídos, de materia extraña u obstrucción de la función de la junta de dilatación.
13. Colocar el riego de impregnación sobre la losa y colocar la carpeta asfáltica de $e = 5 \text{ cm}$, y compactarla, dejando las preparaciones de la junta tipo Matrix o similar para posteriormente nivelarla ala rasante de proyecto.
14. Limpieza de zona de juntas y colocación y compactación de la junta tipo Matrix o similar.
15. En los accesos realizar los trabajos necesarios de rasante de proyecto. Escarificación y/o re encarpetao.
16. Colocación del señalamiento horizontal y vertical definitivo, en los accesos y en el puente. Pintura del parapeto de acero.
17. Limpieza general en todas las áreas de trabajo durante la reconstrucción del puente y retiro al tiro autorizado.
18. Dar paso a la circulación en los tres carriles.



5.4. ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS

E.C. A SEÑALAMIENTO Y CONTROL DE TRANSITO PROVISIONALES.

EJECUCION:

El contratista proporcionará, colocará y conservará durante todo el tiempo que duren los trabajos, el señalamiento provisional adecuado para encauzar el tráfico vehicular con seguridad. Asimismo, deberá utilizar el número necesario de bandereros, para el mismo fin.

El tránsito se canalizará a un carril lateral antes del inicio de la obra en la estructura y a un carril central según lo indique el procedimiento constructivo del proyecto. El contratista deberá colocar señalamiento nocturno, siendo este el responsable de su mantenimiento y reposición durante la obra.

MEDICION:

Este concepto no se medirá, por lo que el Contratista deberá considerarlo en sus costos indirectos, como la cantidad de señalamiento provisional indicado en proyecto y los días de labores de los bandereros, a utilizar durante el tiempo que duren los trabajos. A la conclusión de los trabajos este señalamiento deberá inventariarse y entregarse a la dependencia colocándolo en el almacén que se le indique.

E.C. B SEÑALAMIENTO DE LA OBRA

Los señalamientos provisional y definitivo que se instalarán en la obra, se sujetarán a lo indicado en la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en su última actualización (NCI), particularmente a lo especificado en los siguientes capítulos.

NORMAS	DESIGNACIÓN
Ejecución de Estudios, Proyectos y Consultorías	N.LEG.2
Diseño de Señales Preventivas	N.PRY.CAR.10.01.003
Diseño de Señales Restrictivas	N.PRY.CAR.10.01.004
Diseño de Señales Informativas	N.PRY.CAR.10.01.005
Diseño de Señales Diversas	N.PRY.CAR.10.01.007
Diseño de Estructuras de Soporte para Señales Verticales	N.PRY.CAR.10.01.008
Presentación de Proyecto de Señalamiento	N.PRY.CAR.10.01.009
Casos Particulares de Señalamiento	N.PRY.CAR.10.02
Pinturas para Señalamiento Vertical	N.CMT.5.01.002
Láminas y Estructuras para Señalamiento	N.CMT.5.02.002
Calidad de Películas Retroreflejantes	N.CMT.5.03.001
Calidad de Micas Retroreflejantes	N.CMT.5.03.002
Calidad de Botones	N.CMT.5.04.002



5.5,

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE REHABILITACIÓN



Fotografía 1

Señalamiento carretero para la ejecución de los trabajos.



Fotografía 2.

Desarrollo del proceso de rehabilitación y ampliación del puente.



Fotografía 3

Vista panorámica del habilitado del tercer carril, para la rehabilitación y demolición de la anterior superestructura.



Fotografía 4

Vista de la parte inferior de la nueva superestructura del tercer carril mediante 5 traveses tipo cajón.



Fotografía 5.

Demolición de la superestructura original de concreto reforzado.



Fotografía 6.

Trabajos para la demolición de la superestructura.



Fotografía 7

Vista del encamisado de la pila 2 de mampostería.



Fotografía 7

Vista del encamisado de la pila 3 de mampostería.



5.6.

REPORTE FOTOGRAFICO OBRA TERMINADA



Fotografía 1

Vista del encamisado de la pila 3 de mampostería.



Fotografía 2.

Vista del encamisado de la pila 3 de mampostería.



Fotografía 3.

Vista de la pila numero 1. Se aprecia con el encamisado completo.



Fotografía 4.

Vista de la cuneta. Se aprecia con la presencia de azolvé de sedimentos.



Fotografía 5.

Vista del volado de losa. Se aprecia en perfectas condiciones.



Fotografía 6.

Vista panorámica del puente. Se aprecia el terminado del encamisado de las pilas.



Fotografía 7.

Vista de la parte inferior de la superestructura conformada por 13 travesaños cajón prefabricados, sobre la cual esta una losa de concreto reforzado.



Fotografía 8.

Vista de la parte inferior de la superestructura conformada por 13 travesaños cajón prefabricados, sobre la cual esta una losa de concreto reforzado.



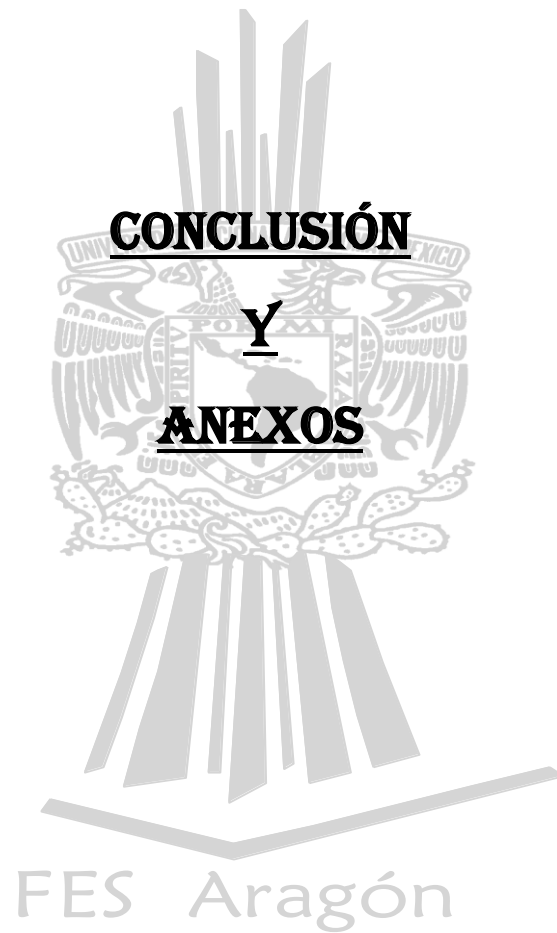
Fotografía 9.

Vista de la guarnición y banqueteta y parte de los drenes que conforman la superestructura.



Fotografía 10.

Vista de la superficie de rodamiento. Se aprecia en buenas condiciones.





CONCLUSIÓN

En la realización del presente trabajo, me puedo percatar de la importancia de los estudios que se tienen que realizar antes de proyectar un puente; ya sea por más simple y pequeño que parezca el puente a construir se necesita realizar los estudios siguientes:

- a) Estudios de campo.
- b) Estudios topográficos.
- c) Estudios de tránsito.
- d) Estudios de mecánica de suelos.
- e) Estudios hidrológicos.
- f) Estudios socioeconómicos.

Ya que son la base para poder realizar un puente ya que son la base para poder realizar adecuadamente y satisfactoriamente un puente.

Además de que se deben de tomar las especificaciones de construcción o también llamados términos de referencia ya que son de suma importancia dentro de la realización del proyecto estructural de un puente, siendo la base para la correcta ejecución del proyecto.

De ahí la importancia del establecimiento de normas o especificaciones de construcción, aunadas con un severo control de calidad en su construcción, operación y mantenimiento, darán como resultado una obra funcional, resistente y estética.

Otro dato importante es la elección del puente que es la etapa más importante dentro del proyecto de un puente, se hace teniendo en cuenta los beneficios sociales, económicos y estéticos dentro de la infraestructura vial del la zona, municipio, estado o país, así como la función estructural, es decir el conjunto de elementos capaces de mantener su forma y resistencia a lo largo del tiempo, bajo la acción de las cargas y agentes exteriores a que han de estar sometida la estructura.

Cabe mencionar que en la elección de tipo, lo más importante será definir el material, el tipo estructural, la forma y las dimensiones, además del proceso de ejecución del puente. Es conveniente señalar, que no existe ningún método que permita llegar automáticamente a la elección de tipo más adecuada para cada problema ya que solamente la experiencia podrá ahorrar o disminuir el trabajo de la elección entre las diferentes soluciones que se vean posibles.

En el diseño de puentes o de cualquier obra civil, se tendrán varias posibilidades de elección de una estructura con determinadas características, las decisiones tomadas serán con criterios y fundamentos que solidifiquen al proyecto como consecuencia de investigaciones previamente realizadas.

En cuanto al análisis, con el objeto de tener un proyecto lo más apegado a la realidad, se diseño con fundamentación a las normas siguientes:

- Manual de diseño de obras civiles de la comisión federal de electricidad (CFE).
- Normas y especificaciones para puentes emitidas por la secretaría de comunicaciones y transportes (SCT).
- AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAYAND TRANSPORTATIONS OFFICIALS (AASHTO).



Esta última, no obstante en México se utilizan, para el proyecto de puentes, las cargas móviles de diseño que se usan son las denominadas T3-S3, T3-S2-R4 y HS-20, que identifican camiones reales como tránsito está permitido en las carreteras federales del país.

La estructura se ubico de acuerdo a características del sitio y con respecto al trazo del camino, cumpliendo con los objetivos principales que debe reunir una obra de esta magnitud, es decir, como vía de comunicación y como estructura.

- La elección del tipo se llevara mediante: su función utilitaria, función estructural, exigencia estética y limitación económica.

- Identificar las necesidades existentes.

- Acumulación de los estudios de campo.

- Formulación de alternativas posibles.

- Análisis de estados alternativos: valuación física y económica.

- Elección de la superestructura, estará determinada de acuerdo a aspectos: topográficos, del área bajo el puente, de tránsito y de construcción.

Los puentes son una parte importante del patrimonio en infraestructura del país, ya que son puntos medulares en una red vial para la transportación en general y en consecuencia para el desarrollo de los habitantes Preservar este patrimonio de una degradación prematura es, pues, una de las tareas más importantes de cualquier administración de carreteras sea publica o privada.

RECOMENDACIONES.

Recomendaciones para el procedimiento constructivo de la cimentación del puente.

Se deberá de revisar que el terreno de apoyo de las zapatas corresponda al manto rocoso detectado.

Con relación a la construcción de las zapatas, una vez que se hayan hecho las preparaciones y trazos correspondientes, se procederá a efectuar la excavación con pulsetas para romper la roca hasta alcanzar la elevación de proyecto, en donde se recomienda desplantar las zapatas.

Es indispensable contar con un equipo topográfico para referenciar los ejes, y niveles de colocación de las zapatas antes y después de la construcción.

Una vez terminada la excavación, se procederá a la colocación del acero de refuerzo previamente habilitado con separadores para garantizar un recubrimiento libre mínimo.

Inmediatamente después de instalar el armado se iniciará la colocación del concreto, el revenimiento del concreto será de 18 cm; por ningún motivo se interrumpirá la colocación del concreto hasta completar la zapata en construcción.



ANEXOS

FES Aragón



FES Aragón



1. Geología de la República Mexicana (INEGI, 2009).
2. Mecánica de Suelos Tomo II. Juárez Badillo. Rico Rodríguez, Edit. Limusa.
3. Manual de Diseño de Obras Civiles.- Comisión Federal de Electricidad C.F.E. B.3.3 Cimentaciones en Roca.
4. Secretaría de Comunicaciones y Transportes 1984 Normas Técnicas para el Proyecto de Puentes Carreteros México Tomo I, capítulos I, II, III, V, VI
5. AASHTO LRFD Bridge Design Specification, 2nd Edition 1998
6. Secretaria de Comunicaciones y Transportes Normas:
N-PRY-CAR-6-01-001/01 N-PRY-CAR-6-01-005/01
N-PRY-CAR-6-01-002/01 N-PRY-CAR-6-01-006/01
N-PRY-CAR-6-01-003/01 N-PRY-CAR-6-01-007/04
7. Facultad de Ingeniería de la UNAM
8. Diseño de Puentes con Elementos Prefabricados y Presforzados Pág.60

NORMAS	DESIGNACIÓN
Ejecución de Estudios, Proyectos y Consultorías	N.LEG.2
Diseño de Señales Preventivas	N.PRY.CAR.10.01.003
Diseño de Señales Restrictivas	N.PRY.CAR.10.01.004
Diseño de Señales Informativas	N.PRY.CAR.10.01.005
Diseño de Señales Diversas	N.PRY.CAR.10.01.007
Diseño de Estructuras de Soporte para Señales Verticales	N.PRY.CAR.10.01.008
Presentación de Proyecto de Señalamiento	N.PRY.CAR.10.01.009
Casos Particulares de Señalamiento	N.PRY.CAR.10.02
Pinturas para Señalamiento Vertical	N.CMT.5.01.002
Láminas y Estructuras para Señalamiento	N.CMT.5.02.002
Calidad de Películas Retroreflejantes	N.CMT.5.03.001
Calidad de Micas Retroreflejantes	N.CMT.5.03.002
Calidad de Botones	N.CMT.5.04.002