

300615

14



UNIVERSIDAD LA SALLE 203

ESCUELA DE INGENIERIA  
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

INSPECCION, EVALUACION Y  
REFUERZO DE PUENTES VEHICULARES

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

HUMBERTO PORTILLO SANCHEZ

Director de Tesis: Ing. Rodolfo Ambriz Avelar

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D.F.

1993



## **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 está 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.

## INDICE

INTRODUCCION .....	1
<b>CAPITULO 1</b> <b>GENERALIDADES EN LOS PUENTES .....</b>	<b>7</b>
1.1.    Materiales usados en los puentes .....	9
1.1.1. Puentes de madera .....	9
1.1.2. Puentes de Piedra .....	11
1.1.3. Puentes de Acero .....	13
1.1.4. Puentes de Concreto .....	15
1.2    Cargas en los puentes .....	19
1.2.1. Tipos de cargas actuantes .....	19
1.2.2. Reducción de la Intencidad de carga .....	22
1.2.3. Combinación de cargas .....	22
1.3    Componentes de un puente .....	25
1.4    Clasificación de los puentes .....	27
<b>CAPITULO 2</b> <b>INSPECCION Y EVALUACION EN LOS PUENTES .....</b>	<b>32</b>
2.1    Inspección .....	32
2.2    Evaluación .....	40
2.3    Revisión de resultados .....	41
<b>CAPITULO 3</b> <b>MANTENIMIENTO .....</b>	<b>45</b>
3.1    Mantenimiento básico .....	46
3.1.1. Mantenimiento en la superficie de rodamiento .....	47
3.1.2. Superestructura .....	56

3.1.3.	Subestructura .....	60
3.2.	Interpretación de la evaluación .....	65
<b>CAPITULO 4</b>	<b>PATOLOGIA.....</b>	<b>67</b>
4.1.	Diagnóstico.....	67
4.2.	Principales causas de daño en los puentes .....	70
<b>CAPITULO 5</b>	<b>REFUERZO, REESTRUCTURACION Y REPARACION .....</b>	<b>75</b>
5.1	Casos comunes y sus soluciones.....	76
5.2	Casos especiales y sus soluciones .....	83
5.3	Métodos de análisis .....	89
5.4	Reestructuración y refuerzo .....	91
<b>CAPITULO 6</b>	<b>EJEMPLOS .....</b>	<b>98</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>.....</b>	<b>177</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>.....</b>	<b>181</b>



**INTRODUCCION**



La realidad histórica del país nos muestra que hemos encontrado la mejor forma de ir eludiendo responsabilidades vitales. Esta situación es comprensible, ya que si nos fijamos México vive tres etapas de desarrollo; un México completamente atrasado, tanto en infraestructura, salud, cultura, etc; otro México en vías de desarrollo, con infraestructura urbana en ciudades medias y grandes; finalmente, un México que responde y aprovecha la tecnología moderna; dicha situación necesita comprender que nuestro crecimiento es mucho mas rápido que la propias etapas, en las cuales situamos a nuestro país; necesitamos, incorporarnos a nuevos parámetros que nos obliguen a mantener los bienes construidos por el hombre , así como aquellos producidos por la naturaleza. Ambos requieren programas de conservación y mantenimiento prioritarios.

Uno de los graves problemas que el país enfrenta por la escasez de recursos, se traduce en severas limitaciones para conservar y acrecentar su Infraestructura. Al mismo tiempo, y como respuesta a su incontenible crecimiento demográfico, México requiere de cuantiosas inversiones para generar empleos.

En este difícil proceso, la infraestructura física desempeña a un papel de fundamental importancia porque es el primer punto del apartado produc-

tivo. Por tanto, lograr la racionalidad en el uso y la conservación de la infraestructura, constituye una meta imprescindible en la reordenación y el cambio estructural que debe afrontar el país para superar los retos de su crecimiento.

Después de analizar la interrelación entre las etapas de planeación, diseño, construcción y operación de las obras, concluimos que el mantenimiento de las obras de infraestructura no es un gasto supérfluo; al contrario, la inversión en infraestructura representa un enorme fondo revolvente, cuya aplicación genera los recursos para cubrir los gastos de operación y mantenimiento, y además, acrecenta el fondo para crear nuevas obras que responde a la demanda del crecimiento demográfico del país.

La Ingeniería Civil, ha dejado de ser una profesión puramente técnica para convertirse en una disciplina con amplio sentido social, que nos obliga a promover y realizar innovaciones tecnológicas, investigaciones enfocadas a incrementar la productividad y generación de empleos y lograr el desarrollo armónico del país.

Al realizar las obras de Ingeniería civil, para cumplir con un cometido social y económico para la comunidad, además de optimizar su costo, es

necesario asegurar que el servicio que va a proporcionar no se demerite, mediante una conservación y mantenimiento adecuado.

La infraestructura física creada en el país ha respondido a una economía de expansión durante más de 30 años. Sin embargo, la organización y capacidad para conservar no se ha desarrollado al mismo ritmo, lo que incrementa un alto costo en la operación. Es por esto, que se considera prioritario que la gente que interviene en cualquier área de la Ingeniería civil, se avoque a resolver el problema, y tomar en cuenta los renglones de conservación y mantenimiento desde la concepción, planeación y diseño de una obra.

El esfuerzo a desarrollar es grande, y en él, debemos estar presentes en la planeación, proyección, construcción, mantenimiento y operación de las obras que se reflejan en la modernización del país.

El presente trabajo pretende analizar una de las estructuras más importantes dentro de las obras de la Ingeniería Civil, como lo son los puentes vehiculares, para la elaboración de un programa y métodos en la Inspección, evaluación y refuerzo de los mismos. En nuestro país existe una gran infraestructura en puentes urbanos y carreteros.



Los puentes son un punto de desarrollo para las comunicaciones, el comercio, el turismo y/o simplemente considerados como una forma de desarrollo para el país; estas obras incluyen aspectos que abarcan desde su planeación, proyecto y construcción así como el interés por un gran número de personas que en colaboración y equipo prestan su mas grande esfuerzo y dedicación para lograr con éxito lo que será expuesto por mucho tiempo.

Ciertamente, las formas fundamentales de los puentes tienen diferentes estilos pero son invariables y claras. El mismo estilo de los puentes será una transformación de la forma fundamental pura influida por el espíritu de la época, un cierto rigor y unidad en la forma básica que se repite constantemente.

En los puentes, desde la obra mas modesta y solamente funcional, hasta el monumento, existe una gran inquietud de mejorar las técnicas y construcciones, esto disminuye el riesgo de derrumbamiento, maltratos y daños por el transcurso del tiempo, haciendo necesaria nuestra atención para procurar mantenerlos siempre en buen estado y funcionalidad.

Este trabajo no pretende ser una guía de reparación o de procedimientos constructivos en los puentes, sino una propuesta para crear una infraestructura para el mantenimiento, evaluación o inspección de los mismos y así lograr un medio de retroalimentación de daños y errores futuros.

El mantenimiento representa un aspecto muy importante a tratar en este trabajo ya que se incluyen técnicas para el tratamiento, para mantener en buen estado las obras que el hombre realiza, ya que él mismo es el encargado de su bienestar al lograr una estructura útil para la humanidad.

Aquí presentamos los pasos que dicho sistema demanda para poder evitar trastornos que puedan ser costoso y que en ocasiones lleven a la pérdida total del puente.

También se proponen algunas técnicas de inspección, revisión así como de evaluación para lograr un buen control y funcionamiento de los puentes.

Este trabajo esta enfocado a una gran urbe como lo es el Distrito Federal, misma que debe ser aplicable en todo el país; es por esto que también se proponen algunas formas, formatos y brigadas especializadas para seguir un proceso, sino el más adecuado, el más sencillo y de esta forma lograr los objetivos por los cuales fue realizada la investigación.

Una vez estudiados los aspectos de inspección y evaluación, nos damos cuenta de que ya algunos de los puentes se encuentran con daños

(cualquiera que sea el tipo de éstos), es así que también se proponen algunos métodos de composturas, refuerzo y de reestructuraciones, que dependerán del tipo de puente, del tipo de daño y de la solución que el Ingeniero encargado pueda ofrecer.

Con esto queremos decir que las soluciones planteadas en estos ejemplos aunque no sean aceptadas, sí aseguran que son las mas óptimas y apropiadas para cada caso.



# CAPITULO 1

**GENERALIDADES  
DE LOS PUENTES**



El puente es una obra creada por el hombre para poner en comunicación dos puntos separados por un obstáculo que se encuentra en el camino.

Los puentes son testimonio de progreso, poder y decadencia; nos hablan de la cultura de los pueblos y de su mentalidad.

El hombre ha aprendido a través del tiempo a superar los problemas que se le afrentan; tal es el caso de pasar de un punto a otro para descubrir lo que existe de ese otro lado o para buscar nuevas experiencias, podemos decir que así se creó el puente como un elemento de comunicación, que como es claro en un principio se hacían a base de materiales disponibles en la naturaleza y que en la actualidad en algunas partes de nuestro país quizá como atractivo natural o como unión de culturas incivilizadas (que aún existen en nuestro país); tal es el caso de un tronco atravesando aquél obstáculo.

Pero qué pasa con nuestra cultura en aquel simple caso del tronco tirado, que cuando aquel "puente" sufre alguna avería, se rompe, tiene algún agrietamiento, etc., para el hombre es más fácil tirarlo y colocar otro nuevo, que arreglarlo o reconstruirlo, según sea el caso.

Qué es lo que sucede en la actualidad que en nuestro país en vías de desarrollo y en crisis económica, no es del todo fácil que cuando un puente se encuentra dañado retirarlo y construir uno nuevo puesto que sería una inversión muy fuerte (no tan necesaria) puesto que nuestro país necesita estos recursos en otras actividades o en otros campos que en el de reconstruir un puente.

Así comienza una nueva tarea para el ingeniero y su equipo que consiste en tratar de mantener la poca o mucha infraestructura de nuestros puentes.

## 1.1. MATERIALES USADOS EN LOS PUENTES.

### 1.1.1. PUENTES DE MADERA.

Los primeros puentes que existieron en la historia como estructura en sí, en el mundo, datan aproximadamente del año 621 a.C. estos puentes se hicieron de madera puesto que no se tenía conocimiento de otros materiales.

Para la construcción de puentes primeramente se usó el tronco tal y como se corta, se procura adaptarlo a la construcción, aunque no siempre el tronco se adapta

y de aquí el comienzo del trabajo manual e intelectual del hombre para adaptar el tronco a la construcción.

Poco nos dice la tradición sobre la lucha de los constructores de puentes contra las fuerzas de la naturaleza y sobre cuántas veces fueron derrotados cuando el puente fue arrastrado por las aguas turbulentas, sismos, ciclones, etc. retribuyendo así injustamente los impredecibles esfuerzos del constructor; incluso en nuestro tiempo oímos hablar de violentos derrumbes en puentes a causa de fenómenos naturales, que arrancan furiosamente a éstos, con gran consternación de los hombres, quienes deben emprender cada vez nuevamente la lucha, puesto que esa estructura es necesaria.

En nuestro país actualmente, la industria de la construcción no se dedica a construir puentes de madera, aunque la artesanía en el empleo de este material, se ocupa como cimbra del mismo.

Hoy en día, en nuestro país, los únicos puentes de madera que existen, son peatonales y construidos en épocas muy antiguas y donde el ingenio de nuestros antepasados era muy desarrollado puesto que no se contaba con las herramientas y equipos que se tienen en la actualidad. Los fracasos nos fueron enseñados, el

Ingenio y la creatividad para construir puentes colgantes hechos con fibras y puentes levadizos que eran capaces de ser levantados por el propio contrapeso de un solo hombre. Para la elaboración de estos puentes se usaban maderas de alta duración, es decir, maderas finas, las cuales eran bañadas de aceites y resinas para evitar el desgaste de la madera.

### 1.1.2. PUENTES DE PIEDRA.

Continuando con la separación de las técnicas y con el conocimiento de nuevos materiales y principalmente con la experiencia ya adquirida, al paso del tiempo, se comenzaron a construir los puentes de piedra. Ya que como material constructivo siempre ha dado mejores resultados en cuanto a duración se refiere, ya que sólo una destrucción violenta podrá provocar el fin prematuro de tal obra.

Este tipo de material al igual que la madera, es obtenido de la naturaleza en bruto, de aquí que este material debía ser trabajado para adaptarse a las necesidades de la estructura.

Con el aprendizaje en la construcción de este tipo de puentes, fueron creciendo los claros, y con ello la distribución de cargas hacia los apoyos de los estribos, esto quiere decir que no solo bastaba con la experiencia en la construcción, sino que, también se observaba el comportamiento de aquella estructura.



En nuestro país, aún es frecuente observar hechos con piedra, que claro, son estructuras muy pequeñas y que generalmente eran obras de artesanía, ya que la piedra al ser colocada en diferentes formas y tamaños, nos crea dibujos y formas estéticas.

Otras obras en puentes que se construyeron en nuestro país con piedra, fueron los acueductos, construcciones de longitudes kilométricas y formados por series de arcos cruzando amplios valles e incluso llanuras, un ejemplo de esto, es la construcción de acueductos de 2 a 3 pisos y en los cuales la parte superior cumplía con la función de transportar agua, y la parte inferior cumplía la función de puente, estas estructuras cumplen con una estricta exactitud geométrica y estética, además de que la estructura en arco estaba pensada para que los apoyos puestos en forma concentrada, tuvieran como función reunir las cargas y dirigir las de forma concentrada hacia los pilares de apoyo.

En general, parece que los diseñadores y constructores de nuestro país, tuvieron pocos problemas con la geometría y con las formas, que básicamente se determinaban por el arco; posiblemente el mayor problema era la ejecución de dicha obra, debido a las incapacidades de las personas sin experiencia en la misma, y aunado a las limitaciones por los elementos y aparatos auxiliares y a la carencia de éstos, como son los elevadores, andamios, etc., otro tipo de limitaciones a las que

se enfrentaban, eran a la de la evacuación del agua en la cimentación, puesto que en aquel tiempo no se sabían o se tenían las técnicas para el desvío de la misma, y en el caso del D.F. debido al abatimiento de las aguas freáticas.

### 1.1.3. PUENTES DE ACERO

Aproximadamente en 1784, se consiguió fabricar por primera vez en Inglaterra hierro maleable y utilizable en el horno de llama con ayuda de carbón de piedra. Con este material se tuvieron muchos fracasos ya que los esfuerzos de tensión aún no eran completamente absorbidos por esta fundición del hierro maleable. El siguiente problema que se presentaba era el alto costo de este material, por lo que debía economizarse. A raíz de esto, el cálculo y la mecánica de materiales tuvieron gran desarrollo en lo que al diseño de barras se refiere.

Cuando se comenzaron a construir los primeros puentes de acero, se tuvieron un sin número de fracasos y derrumbes de la estructura y con ésto, la pérdida de muchas vidas humanas, y sobre todo en las hipótesis acerca de la construcción del acero.

Algunos puentes se han derrumbado porque resultaron insuficientes los conocimientos para avanzar en terrenos desconocidos.

Uno de los principales factores de falla fueron el viento y el desconocimiento del comportamiento del material, al ser expuesto a grandes cargas (peso propio, cargas vivas, etc.) aunque se haya hecho un minucioso cálculo y diseño y bajo conciencia de una gran responsabilidad; sin embargo, o a pesar de ello, se consiguieron muy pronto impresionantes éxitos de ingeniería siguiendo solamente la técnica abstracta, y cuyo atractivo reside generalmente en la magnitud, el atrevimiento y la claridad de la idea constructiva.

Después de que renombrados ingenieros se ocuparon durante mucho tiempo de encontrar la forma más favorable para el diseño, la disposición, la unión, despiece, etc. de las barras de acero, encontraron que formando nudos o articulaciones con barras dispuestas horizontal, vertical y diagonalmente, las distribuciones de esfuerzos eran más favorables y así resultaba más fácil y seguro el cálculo de estas estructuras.

El incremento de la calidad del acero ha conducido a un mayor aprovechamiento del mismo en el campo de la construcción. En México, con el empleo de este

materiales, las estructuras de puentes en acero tuvieron poco auge dentro de la construcción, no obstante que la industria siderúrgica tuvo gran interés en emplear este material, ya que se realiza una gran producción como: perfiles, elementos de unión como son los remaches; en la actualidad usamos la soldadura.

En México se tienen los conocimientos suficientes para la realización de estas estructuras, sin embargo, se considera que este tipo de construcciones en la actualidad son desplazadas parcialmente por las estructuras de concreto presforzado y/o postensado, puesto que son más económicas, rápidas de construir y se puede llegar a salvar claros sensiblemente largos al igual que los de la estructura de acero.

También otro tipo de puentes que se construyeron con estructura de acero fueron las armaduras para los puentes vehiculares, no obstante en la actualidad en México, el acero en materia de puentes es más usado en los puentes peatonales.

#### 1.1.4. PUENTES DE CONCRETO.

El concreto y el concreto armado desplazan a la piedra natural hasta dominar por completo la construcción maciza en la actualidad.

Sin embargo, con la aparición del nuevo material artificial, el concreto es muy difícil de conquistar en la construcción de puentes, ya que es un material que tenía que llevar una preparación con piedras naturales de diversos tamaños y un aglutinante (cemento), compactándolas y mezclándolo para formar una mezcla homogénea, por lo que no se tenía una gran calidad de la materia prima y los conocimientos sobre la composición adecuada de este nuevo material no se llegaban a obtener con los éxitos buscados.

Con la aparición del concreto, se empiezan a realizar estudios sobre el comportamiento de este material, como se sabe, el concreto en la actualidad, es concebido por la interacción del cemento, la grava, la arena y el agua que es la que produce la reacción del cemento y que éste al fraguar, alcanza una gran resistencia.

En un principio se hicieron estructuras a base de concreto simple, el cual absorbe los esfuerzos a la compresión por lo que se siguió usando el arco en estas construcciones puesto que esta geometría toma los esfuerzos de compresión transmitiéndolos hasta los arranques y/o apoyos; pero se vio que con la unión del acero se podrían absorber los esfuerzos a tensión.

Es así como se empiezan a construir los puentes de concreto armado con diferentes estructuras, puesto que la capacidad de absorber esfuerzos de compresión y tensión es mucho mayor, en consecuencia, desde el punto de vista teórico, había que determinar en una viga las de los esfuerzos. Donde apareciera la tensión,

trayectorias se coloca acero y en la compresión, se coloca concreto. Ya que éstos debían de trabajar en conjunto, debido a que el éxito depende de la adherencia que se obtenga entre ambos materiales.

Este problema de adherencia fue resolviéndose con la aparición de varillas corrugadas y que favorecían la unión entre los materiales.

De aquí en adelante el hombre comenzó a estudiar los efectos de estos materiales y el cálculo de las estructuras.

A partir de esta investigación y estudios sobre el comportamiento del concreto armado, se ha llegado a concebir una nueva teoría de elementos presforzados y/o postensados.

En la construcción con concreto presforzado, el concreto está sujeto a esfuerzos de compresión permanentes, de tal magnitud que se produce prácticamente tensión alguna cuando se aplica la carga de diseño. El sistema de presforzado permite reducir la carga muerta en general, lo cual hace posible utilizar claros más grandes con el concreto, que en ocasiones resulta más competitivo en costo que el acero. El concreto presforzado, sin embargo, requiere mayor complejidad de diseño, una calidad más elevada de los materiales y más control en la fabricación que la del concreto reforzado.

Según sean los métodos y procedimientos de construcción y fabricación, el concreto puede ser prefabricado pretensado, prefabricado postensado, colado en sitio y postensado, compuesto o parcialmente presforzado.

Los elementos de concreto presforzado, generalmente son prefabricados y/o pretensados, puesto que éstos requieren de espacio suficiente para el movimiento del equipo y materiales requeridos para la fabricación.

Estos elementos están diseñados para absorber las fuertes cargas a las cuales van a estar sometidos, esto se logra colocándole al concreto un elemento de acero llamado torón; formado por un juego de varillas entensadas, el cual será tensado para así obtener, una gran capacidad de absorber esfuerzo a la tensión y por consiguiente una gran carga.

En la actualidad los puentes que se construyen, generalmente son diseñados con estructura de concreto presforzado y/o postensado.

En México existen innumerables puentes de concreto armado, pretensados y postensado, que en la actualidad se encuentran muy deteriorados, ya sea por los

efectos de la variación a las que están expuestos actualmente en las cargas, por el tipo de diseño que se usaba en aquel tiempo, por intemperización, por falta de mantenimiento, por la falla de algún elemento estructural de un material o por modificaciones ajenas al diseño original.

## 1.2. CARGAS EN LOS PUENTES.

### 1.2.1. TIPOS DE CARGAS ACTUANTES.

#### CARGAS MUERTAS:

Estas cargas son consideradas para el diseño de cualquier estructura donde se toma en cuenta el peso propio de los elementos, las sobrecargas, acabados, etc. Estas cargas son el peso de todos los componentes estructurales y no estructurales.

#### CARGAS VIVAS:

Se consideran cargas vivas a las fuerzas que se producen por el uso de la construcción que no son permanentes. Las cargas vivas se especifican en los reglamentos según pruebas e investigaciones hechas en modelos simplificados y con base en datos estadísticos. Existen dos tipos de cargas vivas: dinámicas y estáticas.



Las estáticas son las cargas peatonales y vehiculares, en el caso de las cargas vehiculares, se consideran según el reglamento THE AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO). En este reglamento se establecen cuatro tipos de cargas en las vías terrestres: H20, H15, HS20 y HS15. Las cargas H15 y HS15 son el 75% de las cargas H20 y HS20 respectivamente.

Dentro de las cargas dinámicas se consideran el impacto, las fuerzas centrífugas, etc.

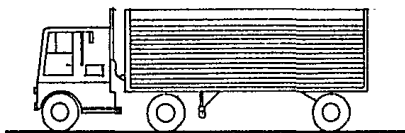
#### CARGAS ACCIDENTALES:

Estas cargas son aquellas que no se encuentran actuando en forma permanente sobre la estructura, como lo son los sismos, el viento, etc.

Se diseña y se revisa tanto por estado límite de resistencia (seguridad) como por estado límite de servicio (comportamiento y apariencia) cumpliendo con los requisitos mínimos y máximos de normas y códigos.

En México las cargas vivas se consideran según el AASHTO, que se toma la HS20 por ser la más pesada (fig 1), reglamento que en la actualidad lo podemos considerar como obsoleto. Las cargas accidentales se toman como lo establece el REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL, aún siendo para edificaciones, los estados límite de los materiales y elementos estructurales se toman de las NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS.

El reglamento más actualizado para el diseño de puentes vehiculares es el ONTARIO HIGHWAY BRIDGE DESIGN CODE.

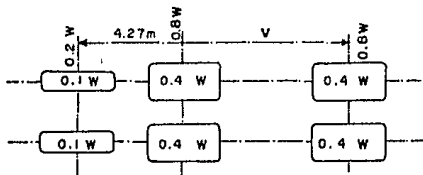


HS-20

3620 kg

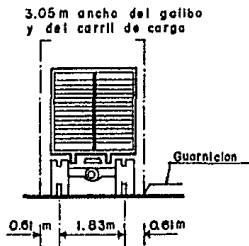
14515 kg

14515 kg



W = Peso combinado de los dos primeros ejes, igual al que tiene el camión tipo M correspondiente.

V = Espaciamiento variable de 4.27 m a 0.14 m inclusive. El espaciamiento que se use será el que produzca los esfuerzos máximos.



CAMION TIPO HS

FIGURA 1

### 1.2.2. REDUCCION DE LA INTENSIDAD DE CARGA.

Donde el máximo esfuerzo es producido en cualquier miembro, por un número de cargas o de líneas de carga simultáneas, deberán aplicarse los siguiente porcentajes en vista de la improbabilidad de coincidencia de las cargas máximas:

1 ó 2	carriles	100%
3	carriles	90%
4 ó más	carriles	75%

La reducción en la intensidad de carga sobre miembros transversales como las vigas de piso, deberá ser determinada como en el caso de la armadura principal, usando el número de líneas de tráfico que cruzan el ancho del camino y que debe ser cargado para producir el máximo esfuerzo en las vigas de piso.

### 1.2.3. COMBINACION DE CARGAS

El siguiente grupo representa varias combinaciones de cargas y fuerzas a las cuales esté sujeta la estructura.

El grupo de combinación de cargas de servicio, cargas de diseño y factor de cargas de diseño, están dadas por:

$$\text{Grupo (N)} = \gamma \left[ \beta_D D + \beta_L (L+I) + \beta_{CF} CF + \beta_E E + \beta_B B + \beta_{SF} SF + \beta_W W + \beta_{WL} WL + \beta_{LF} LF + \beta_R (R+S+T) + \beta_{EQ} EQ + \beta_{ICE} ICE \right]$$

N = Número de grupo

$\gamma$  = Factor de carga, ver tabla no. 1

$\beta$  = Coeficientes, ver tabla no. 1

D = Carga muerta

L = Carga Viva

I = Carga viva de impacto

E = Presión de la tierra

B = Flotación, subpresión

W = Carga viento sobre la estructura

WL = Carga viento sobre carga viva 100 lb/pie

LF = Fuerza longitudinal de carga viva

CF = Fuerza centrífuga

R = Acortamiento de nervaduras

S = Contracción

T = Temperatura

EQ = Sismo

SF = Presión de fluidos

ICE = Presión del hielo

Para el diseño de cargas de servicio, el porcentaje de la unidad básica de esfuerzo para varios grupos y para el diseño de factores de carga, los factores GAMMA y BETA están dados por la tabla no. 1.

TABLA DE COEFICIENTES  $\delta$  Y  $\beta$

COL 1		1	2	3	3A	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		$\beta$ FACTORES														
GRUPO	$\delta$	D	(L+1) <sub>n</sub>	(L+1) <sub>p</sub>	CF	E	B	SF	W	WL	LF	R+S+T	EQ	ICE	%	
CARGA DE SERVICIO	I	1.0	1	1	0	1	$\beta$ E	1	1	0	0	0	0	0	0	100
	IA	1.0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150
	ID	1.0	1	0	1	1	$\beta$ E	1	1	0	0	0	0	0	0	...
	II	1.0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	125
	III	1.0	1	1	0	1	$\beta$ E	1	1	0.3	1	1	0	0	0	125
	IV	1.0	1	1	0	1	$\beta$ E	1	1	0	0	0	1	0	0	125
	V	1.0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	140
	VI	1.0	1	1	0	1	$\beta$ E	1	1	0.3	1	1	1	0	0	140
	VII	1.0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	153
	VIII	1.0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	140
IX	1.0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	150	
X	1.0	1	1	0	0	$\beta$ E	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
FACTOR DE CARGA DE DISEÑO	I	1.3	$\beta$ D	1.67	0	1.0	$\beta$ E	1	1	0	0	0	0	0	0	NO
	IA	1.3	$\beta$ D	2.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ID	1.3	$\beta$ D	0	1	1.0	$\beta$ E	1	1	0	0	0	0	0	0	
	II	1.3	$\beta$ D	0	0	0	$\beta$ E	1	1	1	0	0	0	0	0	
	III	1.3	$\beta$ D	1	0	1	$\beta$ E	1	1	0.3	1	1	0	0	0	SE
	IV	1.3	$\beta$ D	1	0	1	$\beta$ E	1	1	0	0	0	1	0	0	
	V	1.25	$\beta$ D	0	0	0	$\beta$ E	1	1	1	0	0	1	0	0	
	VI	1.25	$\beta$ D	1	0	1	$\beta$ E	1	1	0.3	1	1	1	0	0	APLICA
	VII	1.3	$\beta$ D	0	0	0	$\beta$ E	1	1	0	0	0	0	1	0	
	VIII	1.3	$\beta$ D	1	0	1	$\beta$ E	1	1	0	0	0	0	0	1	
IX	1.20	$\beta$ D	0	0	0	$\beta$ E	1	1	1	0	0	0	0	1		
X	1.30	1	1.67	0	0	$\beta$ E	0	0	0	0	0	0	0	0		

(L+1)<sub>n</sub> = CARGA VIVA + IMPACTO POR EL AASHTO PARA CARGAS H o HS DE CARRETERAS.

(L+1)<sub>p</sub> = CARGA VIVA + IMPACTO CONSTANTE CON EL CRITERIO DE SOBRECARGA POR CAUSA DE OPERACION.

TABLA No. 1

### 1.3. COMPONENTES DE UN PUENTE.

Un puente puede ser dividido en dos partes:

- a) Superestructura.
- b) Subestructura.

Para explicar lo que es la superestructura y la subestructura de un puente haremos la comparación con la estructura de un edificio; la superestructura del edificio son los pisos (losas) y la subestructura son las columnas, paredes y la cimentación.

En los puentes, la superestructura consiste en la superficie de rodamiento que puede estar soportada por un sistema estructural a base de vigas, arcos, cables, etc. Este sistema descansa directa o indirectamente sobre la subestructura.

La subestructura esta formada por: Rampas de acceso, gazas, pilares, columnas, estribos y muros, o sea, todos los elementos que sustentan a la superficie de rodamiento (superestructura).

El estribo puede ser el soporte final de la superestructura o puede tener la función también de retener el terraplén de Inicios de las rampas en los puentes.

Algunas veces es necesario construir muros de contención para detener el talud, y mismos que se conocen como muros aleros.

Las columnas son aquellas que transmiten las cargas de manera concentrada a la cimentación, y este último de manera directa al subsuelo, formando apoyos intermedios y disminuyendo claros, flechas, peraltes de las vigas y costos.

Otra parte de la estructura, es la cimentación que en la ciudad de México se pueden presentar varios tipos de ésta: pilotes de fricción, pilotes de punta, pilas, cajones compensados, losas y zapatas.

El diseño de la superestructura y subestructura se da según el tipo de puente, el largo de los claros, el terreno topográficos, el tipo de suelo, el diseño arquitectónico, ,etc.

**Tipos de claros:**

La distancia de eje a eje entre los apoyos finales o extremos, se denomina claro total a ejes; la distancia a paños externos de los apoyos, se denomina claro total; la distancia de eje a eje de apoyos intermedios, se denomina:

Claro a Ejes.

El número de claros debe ser cuidadosamente decidido, ya que se deben considerar varios factores relevantes como lo son: el costo de la construcción, materiales, tipos de estructuración, afectaciones, etc.

El costo de un puente decrece considerando mas claros, pero depende de la topografía de desplante del mismo.

#### 1.4. CLASIFICACION DE LOS PUENTES.

##### Según su geometría:

Claros largos	}	Pretensados
Claros pequeños		Arcos
Fijos		Colgantes
Movibles		

##### Según su Material:

- Acero
- Trabes y losas compuestas
- Viga de alma llena
- Viga de alma abierta incluye los puentes de armadura
- Trabes cajón
- Marco rígido
- Arco



También pueden clasificarse en:

- Remachados
- Soldados

**Concreto Reforzado**

- Trabes y losas compuestas
- Trabes cajón
- Trabes "T"
- Trabes "TT"
- Marco rígido
- Arco

**Concreto Presforzado**

- Pretensado
  - \*Trabes y losas compuestas
  - \*Trabes cajón
  - \*Trabes " T "
  - \*Trabes "TT"
  - \*Arco
- Postensados
  - \*Trabes y losa compuestas
  - \*Trabes cajón
  - \*Trabes "T"
  - \*Trabes "TT"
  - \*Arco

## Madera

-Vigas o trabes

-Armadura

## Mampostería

-Arco

## Según su Estructura

-Fijos

-Simplemente apoyados

-Continuos

-Cantiliver

-Arco

-Colgantes

-Articulados, doble o triple articulación

-Marco rígido

-Alirantado

## Según su Uso:

-Puentes permanentes

-Puentes temporales

-Puentes fijos/temporales

-Puentes flotantes

Se pueden dar otras clasificaciones:

-Puentes colgantes

- \*Con cable
- \*Con cadenas
- \*Con atiesadores
- \*Sin atiesadores
- \*Puentes de caballete
- \*Puentes de rampa
- \*Puentes de transición

-Puentes atirantados

-Puentes de alcantarilla

- \*Alcantarillas tubulares
- \*Alcantarillas cajón
- \*Alcantarillas arqueadas
- \*Alcantarillas losa
- \*Alcantarillas con tabletas

-Puentes flotantes

-Puentes móviles

- \*Puentes giratorios o rotatorios
- \*Puente levadizo lateral
- \*Puente levadizo frontal
- \*Puente transportador
- \*Puente trasbordador
- \*Puente volante

} Columpio y / o Doble  
Columpio

### **Clasificación General:**

-Los puentes de acero además pueden ser clasificados de acuerdo al tipo de conexiones, remachados, apernados, soldados.

-Los puentes también pueden ser clasificados de acuerdo al tipo de ruta o rutas de comunicación.

-También pueden ser clasificados como puentes vehiculares, peatonales, urbanos, carreteros, ferrocarrileros, etc., según sea su uso.



**CAPITULO 2**

**INSPECCION Y EVALUACION  
DE LOS PUENTES**



En este capítulo se propone un programa y métodos para la inspección, revisión y evaluación de los puentes en la ciudad de México, con el fin de establecer de forma sistemática su mantenimiento y reparación.

La inspección, revisión y evaluación en nuestra ciudad se lleva a cabo de forma continua en las estructuras de edificio y casas habitación, ya que es donde nos encontramos con mas frecuencia y por mucho tiempo y se tiene la preocupación y/o seguridad sobre este tipo de obras. Este cuidado se debe tener en toda obra y/o estructura civil, especialmente en una obra que pertenece al desarrollo, patrimonio e infraestructura de nuestro país, en este caso nos enfocamos a la estructura de puentes sin olvidar que se puede o debe aplicar a cualquier obra y estructura.

Los trabajos de inspección, revisión y evaluación no están bien identificados y aplicados en las estructuras, lo que nos lleva a tratar de normatizar o enumerar los pasos a seguir.

## 2.1. INSPECCION.

La inspección de los puentes vehiculares en la ciudad de México, representa un trabajo difícil y arduo puesto que la ciudad cuenta con una infinidad de puentes vehiculares, los cuales se encuentran repartidos en puntos distantes y diferentes.

El proceso de Inspección se enumera como sigue:

**Primero:**

Se comienza por la identificación de los puentes existentes, en un mapa o mapas (a escala considerable) de la ciudad de México, misma que se hará marcando con algo representativo sobre el mapa. Al principio esta identificación se hará de forma empírica, es decir, en base a la experiencia y conocimiento de la existencia de algún puente en determinada zona.

Ya identificados la mayoría o todos los puentes de la ciudad, se procede a realizar una jerarquización de los mismos.

**Segundo:**

Se realiza una jerarquización o una clasificación empírica de acuerdo al grado de importancia de la estructura, es decir: las estructuras se clasifican de acuerdo al sistema vial donde se presentan como:

## 1.- Vías Primarias.

- Vías de acceso controlado.
- Vías principales.

## 2.- Vías Secundarias

Al mismo tiempo se divide el trabajo por zonas, logrando de esta forma cubrir la mayor área posible y obtener el mejor aprovechamiento de este trabajo.

Tercero:

Con la jerarquización y las zonas ya determinadas, se procede a realizar un programa de visita para la organización de las brigadas con el fin de llevar el trabajo de campo.

Ver organigrama de proyecto.

Cuarto:

Una vez organizados los trabajos previos, se procede a realizar la visita de inspección misma que será visual y no medida.



En esta inspección se revisa a la estructura en su totalidad, por medio de un formato llamado "Hojas de Visita".

Las "Hojas de Visita" sirven para guiar al personal capacitado, su contenido es:

- Datos generales.
- Datos estructurales.
- Origen de daños en diferentes partes del puente.
- Recomendaciones para la revisión.
- Tipo de material para la reparación.
- Croquis de localización.
- Croquis en planta de la estructura.
- Croquis en elevación de la estructura.

A continuación se propone un formato para las hojas de visita.

## DATOS GENERALES

NOMBRE: \_\_\_\_\_

UBICACION: \_\_\_\_\_

FUNCION: PEATONAL \_\_\_\_\_ VEHICULAR \_\_\_\_\_ OTROS \_\_\_\_\_

## DATOS ESTRUCTURALES

### SUPERESTRUCTURA

	TIPO DE TRABE	No. piezas	
LOSA _____	TRABE CAJON _____		
TRABES _____	TABLETAS _____		REFORZADO _____
ACERO _____	TRABE T _____		PREFORZADO _____
ARMADURA _____	TRABE TT _____		POSTENSADO _____
	TRABE AASHTO _____		

No. DE CLAROS \_\_\_\_\_ LONGITUD APROX. (m) \_\_\_\_\_

### ESTRUCTURACION

SIMPLEMENTE APOYADO _____	MARCO RIGIDO _____
RECTO _____	ARCO _____
SIMETRICO _____	COLGANTE _____

OTRO ESPECIFICAR \_\_\_\_\_

# ORIGEN DE DAÑO

## EN SUPERESTRUCTURA

	GRIETAS O FRACTORAS	
CORTANTE _____	SI _____	NO _____
FLEXION _____	SI _____	NO _____
TORSION _____	SI _____	NO _____
FLUJO PLASTICO _____	SI _____	NO _____
DETERIORO-CORROSION _____	SI _____	NO _____
GOLPES E IMPACTOS _____	SI _____	NO _____
DELAMINACION _____	SI _____	NO _____
DESCASCARAMIENTO _____	SI _____	NO _____

## EN APOYOS Y JUNTAS

CAMBIO DE TEMPERATURA _____	SI _____	NO _____
CORTANTE _____	SI _____	NO _____
APLASTAMIENTO _____	SI _____	NO _____
FRICCION _____	SI _____	NO _____
CONTAMINACION _____	SI _____	NO _____
JUNTAS FLUIDAS _____	SI _____	NO _____
JUNTAS ENDURECIDAS _____	SI _____	NO _____

#### EN SUBESTRUCTURA

CORTANTE	_____	SI	_____	NO	_____
FLEXION	_____	SI	_____	NO	_____
COLUMNA CORTA	_____	SI	_____	NO	_____
COMPRESION	_____	SI	_____	NO	_____
TENSION	_____	SI	_____	NO	_____
ESBELTEZ	_____	SI	_____	NO	_____
GOLPES E IMPACTOS	___	SI	_____	NO	_____

#### EN CIMENTACION

EMPUJES LATERALES	_____	SI	_____	NO	___
HUNDIMIENTOS REGIONALES	_____	SI	_____	NO	___
SUPRESION	_____	SI	_____	NO	___
ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES	___	SI	_____	NO	___

## PRUEBAS Y EQUIPO NECESARIO

MEDICION DE GRIETAS (ancho y profundidad) \_\_\_\_\_

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS \_\_\_\_\_

PLANOS ESTRUCTURALES \_\_\_\_\_

R-METER \_\_\_\_\_

V-METER \_\_\_\_\_

ESCLEROMETRO \_\_\_\_\_

SISMOGRAFO \_\_\_\_\_

INSTRUMENTOS DE PRECISION \_\_\_\_\_

OTRO ESPECIFICAR \_\_\_\_\_

## REEMPLAZO Y MATERIAL PARA REPARACION

### MATERIAL

CONCRETO \_\_\_\_\_

ACERO REFUERZO \_\_\_\_\_

ACERO ESTRUCTURAL \_\_\_\_\_

EXPANSORES \_\_\_\_\_

ADITIVOS \_\_\_\_\_

EPOXICOS \_\_\_\_\_

MORTEROS \_\_\_\_\_

LATEX \_\_\_\_\_

### REEMPLAZO

LOSAS \_\_\_\_\_

TRABES \_\_\_\_\_

COLUMNAS \_\_\_\_\_

CABEZALES \_\_\_\_\_

ARMADURA \_\_\_\_\_

PROYECTO NUEVO \_\_\_\_\_

## 2.2 EVALUACION.

Cuando a partir de los datos que ya se tienen, se establecen comparaciones y se hacen juicios de valor, entonces estamos evaluando, la evaluación en su proceso más amplio que en la mayoría de los casos incluye la medida.

En un sentido mas amplio puede considerarse a la evaluación como un proceso que permite identificar, delimitar, observar y procurar cualquier información que pueda servir para emitir un resultado o propuesta de reparación, hacer una elección o tomar una decisión entre las diversas alternativas con relación a los objetivos que se necesitan cumplir.

La importancia de la evaluación no es dar una solución final, si no que se tiene que obtener de ella todas las conclusiones posibles. La evaluación es un proceso continuo, no es algo que se realiza únicamente al ofrecer soluciones y alternativas, sino que se va dando durante el proceso de inspección.

Para dar las conclusiones del trabajo se toman en cuenta los datos obtenidos en base a las "Hojas de Visita" y de acuerdo a los datos de la inspección visual, se podrán evaluar los puentes en cuatro tipos:

- 1.- Sin daños.
- 2.- Mantenimiento básico.
- 3.- Con daños menores.
- 4.- Con daños mayores.

Para los casos sin daño y mantenimiento básico, se realiza un reporte y dar algunas recomendaciones para el mantenimiento siguiendo los criterios del capítulo número tres del presente trabajo.

Para los casos con daños menores y mayores, se realiza una revisión mas minuciosa del o los problemas, tratando de llegar a la causa de los daños; en este caso se procederá a: medir grietas o fracturas, medir hundimientos, etc., o sea, cuantificar los daños; siguiendo los criterios del capítulo cinco del presente trabajo.

### 2.3 REVISION DE RESULTADOS.

Para la revisión de los resultados se enumerarán los últimos pasos a seguir para completar este trabajo:

Primero:

Con base a las hojas de visita se elabora un programa de evaluación para así poder jerarquizar los datos y el grado de importancia para su reparación.

Se procede a realizar un reporte de los resultados obtenidos en la visita, donde se informa el tipo de daño o daños que presenta la estructura para la elaboración de un diagnóstico.

#### Segundo:

La jerarquización de daños, se realiza tomando en cuenta la importancia y repercusión del daño para dar prioridades en la realización del diagnóstico y del procedimiento de reparación y refuerzo; donde se describe las características del puente, su patología y se ofrecen recomendaciones.

#### Tercero:

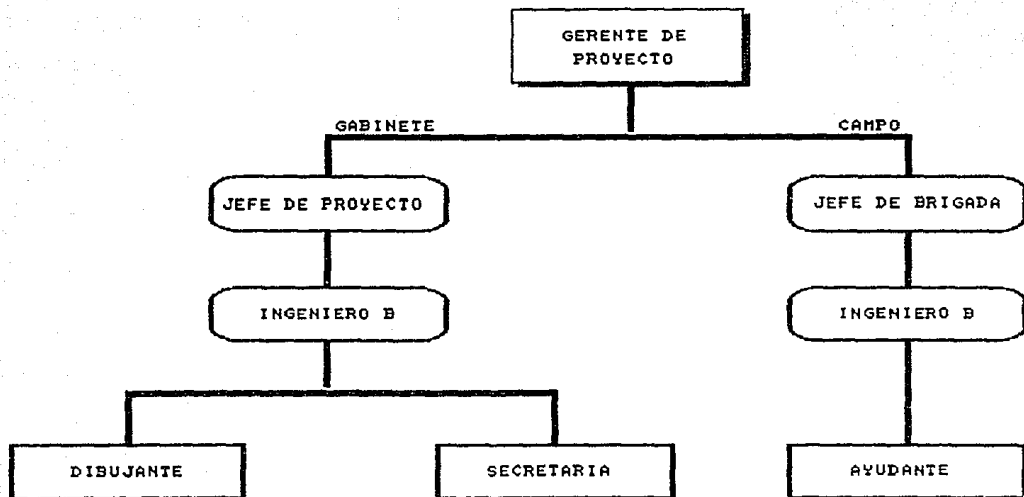
Una vez jerarquizados los daños, se realiza una visita de evaluación donde se recopilan datos de dimensiones del problema, de su reparación y se realiza un reporte fotográfico para así visualizar en gabinete el problema.

#### Cuarto:

Por último se procede a la contratación del proyecto en gabinete, para dar las soluciones de reparación, reestructuración y refuerzo.



En esta etapa, se procede al desarrollo de los documentos ejecutivos necesarios de las distintas disciplinas que intervengan en la toma de decisiones e interpretación de datos para poder representarlos en: planos, memorias, especificaciones, boletines, etc., que amparan el documento que se genera para la reparación del puente. El equipo que se requiere para este trabajo se representa en el organigrama de proyecto que se muestra a continuación.



ORGANIGRAMA DE PROYECTO



**CAPITULO 3**

**MANTENIMIENTO**



Se entiende por mantenimiento a la acción de reparación menor y mantener en buen estado de servicio los bienes de equipo, materias primas y la estructura en general de una infraestructura de obra.

La utilización de materiales cada vez más costosos y el hecho de un mal control de calidad en la obra, han obligado a organizar racionalmente el servicio de mantenimiento.

Se deben considerar dos tipos de mantenimiento: uno, el tradicional o corriente, y que consiste en la reparación de las averías de poca importancia y corta duración, y otro, el sistemático, caracterizado por un programa de revisiones periódicas en función del tiempo o del servicio.

La experiencia demuestra que la inspección regular y periódica de los puentes, permiten descubrir el grado y/o probabilidad de avería, información que representa una economía de costos de mantenimiento, ya que la reparación puede realizarse en el momento más oportuno y perjudicando mínimamente a las funciones del puente.

En nuestro país el mantenimiento de las estructuras es algo que no comúnmente se observa por diversos factores como lo son: la falta de recursos personales o económicos.

El mantenimiento es uno de los factores mas importante en la materia de puentes ya que así se garantiza el adecuado funcionamiento de los mismos, evitando muchos de los daños importantes para así lograr tener una infraestructura de puentes al nivel de muchos otros países.

El mantenimiento es un proceso necesario para cualquier estructura, siendo este proceso muy sencillo y el que no ocupa mucho tiempo, ni representa un costo muy elevado, si se compara lo anterior con la reparación (a falta de mantenimiento).

### 3.1. MANTENIMIENTO BASICO.

El mantenimiento que cualquier puente debe presentar, se jerarquiza como el daño que se podría presentar al transcurrir el tiempo.

Este mantenimiento puede ser puesto en acción tanto en puentes que no presenten daños, e incluso en los que ya se presentan algunos daños; este recurso

ha sido descuidado dado el desarrollo de nuevas tecnologías a las cuales se le presta mayor atención.

El mantenimiento es un factor que pone en evidencia daños menores, pudiéndose éstos solucionar de inmediato.

### 3.1.1. MANTENIMIENTO EN LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO.

La superficie de rodamiento incluye: la capa de compresión, la carpeta, las banquetas, las guarniciones, los muretes de contención, el parapeto, el alumbrado público, así como el señalamiento vertical y horizontal.

Para lograr el buen funcionamiento de estos elementos, se requerirá de un mantenimiento apropiado para este caso, dicho mantenimiento deberá realizarse una vez al mes, puesto que el factor polvo y agua (lluvia), es constante.

La metodología para lograr un buen mantenimiento de esta superficie es:

#### 1) Limpieza y Retiro de Basura e Inundaciones.

Se debe de limpiar la superficie de rodamiento con un simple barrido, con una barredora mecánica en toda la superficie y principalmente en las orillas

donde hay mas acumulación de basura, requiriéndose prestar de más atención en las orillas cuando éstas presentan tubos de drenaje, drenajes de piso, canaletas, etc., para impedir estancamientos de agua puesto que puede causar un deterioro estructural o simplemente como medida de seguridad para evitar el patinaje, esto se podría hacer usando algún tipo de bomba centrífuga, compresores de aire etc., cuando el estancamiento sea ya considerable.

Este proceso solucionaría la corrosión del concreto y del acero.



FILTRACIONES DE AGUA Y BASURA ACUMULADA EN LA UNION  
DE LAS TRABES



INFILTRACIONES DEL AGUA PROVOCADO POR INUNDACIONES  
EN LA PISTA DE RODAMIENTO (SUPERESTRUCTURA)

2) Coartaduras o Grietas en el Pavimento o Encarpetado.

En ocasiones la carpeta presenta algunas fisuras ya sea ocasionadas por el constante uso o por cambios de temperatura (por contracciones o dilataciones), y las carpetas más dañadas presentan baches.

Las consecuencias que puede acarrear este fisuramiento o baches, son que con el golpeteo del paso de los vehículos se lleguen a provocar fracturas en la capa de compresión y no solo hasta aquí, sino que dichos fisuramientos



pueden llegar a las trabes, tabletas o losas; causando serias fallas en el comportamiento de la estructura.

Otra consecuencia importante es la filtración del agua, lo que provocaría una erosión excesiva pudiendo llegar a las mismas consecuencias anteriormente descritas y hasta la capa de compresión, tabletas, trabes o losa llegando a provocar que el acero de refuerzo presente oxidación teniendo que demoler gran parte de las piezas o ser sustituidas por nuevas piezas.

Tratamientos a seguir al presentarse este tipo de daños:

- Evitar que el daño se propague mas rápido.
- Limpiar la zona de trabajo.
- En el caso de presentarse coartaduras hacer algunas calas para verificar si sólo se presentaron en la carpeta.
- Si sólo fue la carpeta se observará el tamaño de la grieta, si ésta es de tamaño mayor se tendrá que demoler y construir la carpeta y si es de tamaño pequeño se procederá al relleno de éstas con mezclas asfálticas.
- Una vez retirada la carpeta se procede a limpiar con un cepillo de alambre y a soplear para quitar el exceso de polvo, en el caso de que se encuentre húmedo, se esperará a que esté completamente seco.

Si se trata de grietas pequeñas se sopleará para eliminar el polvo para asegurar una completa adherencia; las grietas deben estar completamente secas.

- Cuando hallamos retirado la carpeta se procederá hacer un riego de liga con mezcla asfáltica para garantizar la adherencia a la capa inferior.
- Posteriormente se procederá a colocar la carpeta según las especificaciones necesarias y después se procede a compactar la zona arreglada.

Cuando se encuentran baches en la superficie se procederá a bachear de la siguiente forma:

- Se abrirá una caja hasta donde se determine la profundidad de la zona afectada.
- Se limpia con soplete, para eliminar el exceso de polvo.
- Se sustituirán las capas existentes presente el caso hasta llegar a la carpeta.

- Cuando se presentan fallas en los elementos estructurales, éstos serán reemplazados parcial o totalmente, por un concreto nuevo y de la misma resistencia, en caso de llegar al refuerzo se limpiará para quitar un poco la oxidación.
- Se colocará un riego de liga, la carpeta y un riego de sello de acuerdo a las especificaciones necesarias.



PAVIMENTO AGRIETADO SOBRE LA PISTA DE RODAMIENTO

3) Otro servicio de mantenimiento que se debe realizar periódicamente, es el de la limpieza de las juntas de expansión ya que se llenan de basura o polvo e impidiendo su correcto funcionamiento.

El mantenimiento consistirá en limpiar profundidad estas juntas con soplete e incluso introducir algún material para asegurar su limpieza.

Cuando las juntas se encuentran con exceso de basura y existe un movimiento por expansión pueden provocar fractura en los principios o finales de la trabes, pudiendo transmitirse esta falla a los cabezales.

Procedimiento para remediar este tipo de fallas:

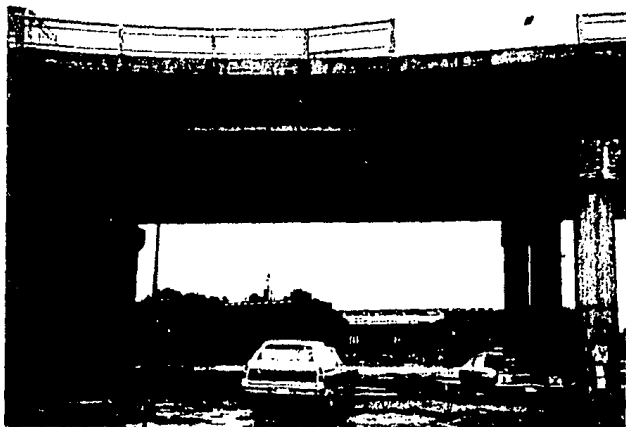
- Eliminar en lo más posible las sobrecargas.
- Si la falla es superficial, se procederá a hacer inyecciones al concreto con resinas epóxicas.
- Si la falla es considerable, se procederá a sustituir el área dañada con concreto nuevo.
- Si la falla es excesivamente fuerte, se procederá a demoler la pieza y será sustituida por otra (eliminar todas las cargas vivas).

#### 4) Guarniciones, Banquetas, Muretes de Contención y Parapetos.

En las guarniciones, banquetas, muretes de contención y parapetos se cuidará que éstos se encuentren en perfecto estado y sin alguna fractura o despostillamientos, ya que estas piezas se consideran indispensables, puesto que son las barreras de seguridad para evitar la fuga de algún vehículo fuera de la estructura.

En caso de encontrar alguna falla en dichos elementos se procederá a:

- En el caso de despostillamiento en las guarniciones y banquetas, se retaurarán, limpiando la zona dañada y se colocará un nuevo concreto.
- En el caso de los muretes de contención se verificará el tamaño de la fractura, procediéndose a inyectar o sustituir el área dañada.
- Cuando se trate del parapeto se sustituirá en el tramo fracturado, cuidando el anclaje del mismo.



#### BARRA DE PROTECCION GOLPEADA

##### 5) Alumbrado Público.

El alumbrado público es importante ya que es el que proporciona visibilidad en la noche, para el conductor.

El mantenimiento es muy fácil y sencillo ya que únicamente se necesita de limpiar el luminario, cambiarlo en el caso de estar fundido y en el caso de estar golpeado un poste cambiarlo.

##### 6) Señalamiento Horizontal y Vertical .

Para mantener el señalamiento vertical, se debe cuidar de que todas las señales se encuentren en óptimas condiciones, es decir, que sean visibles y que no

presenten rupturas, dobleces, manchaduras y que no presenten despintados; también hay que cuidar que las señales siempre se encuentren.

El mantenimiento de las señales es fácil y sencillo, ya que sólo se requiere de cuidarlas y no maltratarlas, así como de mantenerlas limpias.

El señalamiento horizontal, por el paso constante de vehículos presentan deterioros y borramientos con el tiempo, por lo que se deben de estar pintando constantemente, así como de colocar el reflejante.

### 3.1.2. SUPERESTRUCTURA.

La superestructura, son los elementos que descansan sobre la subestructura, y son las losas, los travesaños, las tabletas, los apoyos de neopreno, etc.

Esta superestructura es una de las partes más fundamentales del puente, ya que es el sustento del mismo, también representa una gran importancia, debido a que si alguna de sus partes presenta una falla o fractura, esto ocasionaría un motivo de inseguridad para los transeúntes, al ser visible ésta en la estructura y no ser la misma, motivo de colapso.

Las causas principales de fractura son la consecuencia de sobrecargas, por momentos flexionantes o torsionantes y golpes en dichos miembros.

1) Presencia de Grietas, Fracturas, o Fallas en Puentes.

Mantenimiento apropiado al presentarse este tipo de problemas:

- Evitar hasta donde sea posible la sobrecarga, estableciendo un límite de peso vehicular, con señalamientos preventivos que el mismo indique, en las entradas del puente.
- Cuando presentan agrietamientos, se puede pensar en una inyección con resinas epóxicas y de ésta forma incrementar la resistencia de la trabe, tableta o losa.
- Se puede hacer uso de apoyos extras en los claros largos, en el caso de que el terreno lo permita.
- Cuando se presenten rupturas por golpes o fallas en las partes inferiores de las trabes, tabletas o losas, de ser posible se podrá resanar, o se tendrá que colocar un nuevo miembro en sustitución.





AGRIETAMIENTO MUY PROFUNDO DE LAS COLUMNAS

## 2) Puentes de Acero.

La causa más importante de daño que sufren estas estructuras, es el de la corrosión (oxidación), ésta puede ser controlada aplicando algún tipo de producto químico (antioxidante) o simplemente pintura.

Cuando las vigas ya presentan fracturas se puede pensar en:

- Colocar soldadura o remaches, tomando en cuenta el origen de la falla y su posición.
- Reemplazar la pieza.

### 3) Apoyos de las Trabes.

Cuando se presentan articulaciones que se colocan en los apoyos de las vigas de acero, como son partes muy delicadas e importante para el buen funcionamiento, es necesario tener gran cuidado. ya que estos movimientos de expansión o contracción.

El principal problema de estos apoyos es provocado por la acumulación de polvo, basura que ocasiona la corrosión e impide el movimiento y hace que los esfuerzos de compresión y tensión sean transmitidos a las vigas.

El mantenimiento apropiado es sencillo, ya que consiste en limpiar las acumulaciones de polvo y así cumplir con la función para la que fueron diseñados.

En el caso de los apoyo de neopreno en las estructuras de concreto, las fallas mas comunes que presentan son por aplastamiento debido al uso constante, estos apoyos tienen como finalidad el evitar la fricción que existe entre las trabes, tabletas o losas con dichos apoyos y también para transmitir las cargas a los elementos de apoyo de la subestructura.

Cuando un apoyo de neopreno presenta fallas, la única solución favorable es reemplazarlo por un apoyo nuevo y de las mismas características al que estaba originalmente.

El mantenimiento sería el mismo que el de los apoyos de acero, que consiste en tratar de mantenerlos limpios, libres de basura para evitar lo mas posible la corrosión.

### 3 . 1 . 3 . SUBESTRUCTURA.

La subestructura es la que transmite las cargas a la cimentación y al subsuelo, ésta esta formada por las columnas, cabezales, muros de contención, estribos y rampas de acceso.

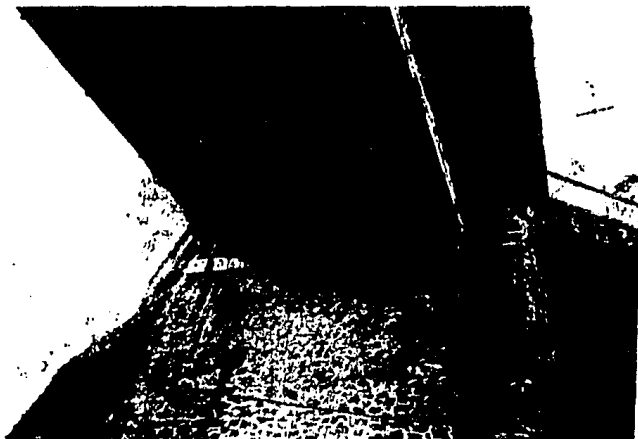
Los principales problemas que puede presentar la subestructura, son en el caso de las columnas, los grandes deslizamientos de la superestructura ocasionados por fuerzas externas como lo son, el sismo, el viento, etc.



#### GRAN DESPLAZAMIENTO ENTRE LAS TRABES Y EL MURO ESTRIBO

Otro problema que se presenta es el agrietamiento, que se soluciona con la inyección de resinas epóxicas, cuando una columna se encuentra dañada, se tiene que realizar un estudio mas profundo como verificar en el plano estructural del proyecto original para constatar si no hubo alteraciones en la construcción y en el diseño, ya que la su subestructura es el sustento y la base.

En los muros de contención de los terraplenes se presentan problemas no muy graves como lo son las filtraciones del agua desde el interior que causa la formación de capas vegetales, y provocan la corrosión en los muros, presentándose algunas fallas; las rampas que contienen estos mismos se toman en cuenta como la superficie de rodamiento.



FORMACION DE HIERBA EN LOS MUROS ESTRIBO

Otros graves daños que presenta la subestructura se localizan en los estribos, mismos que son muy importantes ya que son la unión de la estructura con el terreno natural, en ocasiones cuando los estribos están en contacto directo con el terreno natural sufren algunos daños estructurales causados por la erosión, lo que se soluciona tratando de evitar el contacto con el terreno natural o utilizando un concreto de alta resistencia a los ataques de los diferentes agentes.

La rutina de mantenimiento que se utiliza en esta subestructura es la limpieza constante de los diferentes elementos para evitar las corrosiones, la acumulación de capas vegetales y que en caso de presentarse daños realizar diversas reparaciones menores.

Otro problema que se puede presentar, es la rotura o falla de alguno de los apoyos (columnas o estribos), a causa de los hundimientos diferenciales, en este caso se tendrá que hacer un estudio más a fondo para darle solución a dicho problema; se tendrá que revisar el diseño de la cimentación en conjunto con el estudio de mecánica de suelos.

Este problema podrá ser solucionado con el refuerzo de la cimentación, para evitar más hundimientos de la estructura; los elementos dañados se tendrán que reforzar con inyección de resinas epóxicas o si la falla es considerable se tendrá que reconstruir el elemento dañado.



HUNDIMIENTOS DIFERENCIALES EN LOS ESTRIBOS

### 3.2. INTERPRETACION DE LA EVALUACION.

Esta interpretación de la evaluación, es el preámbulo para realizar el diagnóstico y definir las causas que provocaron dichos daños, es en este estudio donde empieza el trabajo de gabinete y en el cual la función del Ingeniero comienza a realizarse para dar los trabajos de reparación, refuerzo y reestructuración así como de ofrecer y dar soluciones.

Esta interpretación no puede considerarse como definitiva, ni pretende responder a las preguntas de cual o que reparación ya sea temporal o permanente debe hacerse, sino simplemente jerarquizar y prestar mas atención al arreglo del puente y de esta forma acelerar la compostura del mismo.

Otra causa por la cual se da esta interpretación es la de planear el movimiento de equipo, materiales y personal necesario para realizar la reparación y el mantenimiento también permite establecer las horas de trabajo, el movimiento y desvío de tráfico que generalmente en la zona urbana se complica debido al gran auge vehicular que presenta.



Por otra parte esta interpretación sirve para tener mas nociones del costo que el daño representaría así como el de conocer las condiciones de tráfico, materiales a emplear y los métodos de reparación.

En ocasiones esta interpretación nos lleva a crear diversos tipos de soluciones que se podrían a discusión, para así dar un decisión que tome en cuenta todos los factores como lo son el tiempo, el tipo de diseño mas apropiado, y lo mas fundamental el de prevenir y evitar que los daños vuelvan a presentarse.



**CAPITULO 4**

**PATOLOGIA**



Las patologías de los puentes son las fallas, fracturas y daños que presenta la estructura de los mismos, las cuales se determinan por el estudio de su origen, naturaleza y curso.

Conocer la patología de un puente es importante para la seguridad del mismo, ya que ésta, se tiene que combatir de inmediato para lograr el correcto funcionamiento de su estructura.

El estudio de la patología determina la importancia del daño, y así jerarquizar las soluciones y alternativas del tipo de reparación que se dará en cada caso.

#### 4.1. DIAGNOSTICO.

El diagnóstico ofrece la descripción característica de los daños que presenta la estructura.

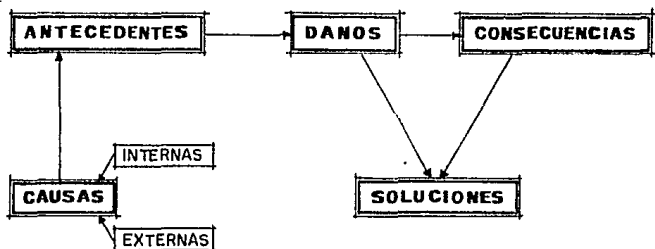
En el diagnóstico se deben revisar todos los elementos que componen a la superestructura; esta revisión que hace con observaciones directas o con pruebas de laboratorio necesarias para determinar perfectamente las causas que producen estos daños y su magnitud, para ofrecer soluciones y alternativas correctas y no caer en el mismo error que produjo dicho daño.

El diagnóstico ofrece datos precisos, relacionados con el comportamiento interno de la estructura, así como también del origen de dicho daño y de la forma en que la estructura original fue diseñada, proyectada y analizada.

El diagnóstico es un proceso en el cual se agrupan todos los datos y daños obtenidos de la inspección y evaluación de la estructura y relacionándolos con las causas probables e identificadas con los daños reales hasta llegar a un análisis objetivo.

También el diagnóstico hace referencia al método por el cual se trasladan y comparan hechos desconocidos con otros conocidos para descubrir mediante esta comparación, algunos rasgos distintivos, anomalías y comportamientos deteriorados; el simple acto de diagnosticar no indica forzosamente la existencia de una anomalía.

El diagnóstico se representa como sigue:



Uno de los principales problemas que existen en el país en la reparación de los puentes, es que las soluciones más viables que se ofrecen, se deberían de aplicar en los daños de las estructuras, sin embargo dichas soluciones se inutilizan debido al costo que representan las mismas, siendo éste muy elevado y comparado con los recursos económicos con los que cuenta el país, dados estos problemas, el ingeniero debe hacer uso de sus conocimientos y experiencias para ofrecer soluciones y alternativas con un mínimo de costo, sin afectar los objetivos de la primera solución y así evitar caer en otra nueva reparación que pueda tener u originar algunos daños posteriores y con un costo más elevado.

## 4.2. PRINCIPALES CAUSAS DE DAÑO EN LOS PUENTES.

Las causas principales de daño que presentan la mayor parte de los puentes y para fines prácticos se dividen en dos grandes grupos:

- a) Causas externas.
- b) Fuerzas internas.

a) Causas externas: son aquellos factores ajenos al comportamiento de la estructura y son:

Las causas externas principales son, las fuerzas sísmicas, el viento (en el Distrito Federal no es de gran importancia), las cargas vivas, el intemperismo, la erosión, el agua, el hundimiento de la ciudad, desgastes de la superficie de rodamiento, golpes que reciben los elementos estructurales, procedimiento constructivos mal aplicados, maltrato en el transporte de las piezas prefabricadas (en su caso), mala supervisión de obra (al no realizar las pruebas para el control de calidad), cambios bruscos de temperatura, falta de mantenimiento.

Las fuerzas sísmicas: El Distrito Federal es una zona considerada con una gran actividad sísmica. En la ciudad de México, existen tres zonas regidas por el tipo de suelo; zona de lomerío, zona de transición y zona del lago, en las cuales existen puentes, aquí se toman en cuenta varias consideraciones para el análisis y diseño de los puentes, en la prevención de daños.

Con las experiencias de los sismos que ocurrieron en Septiembre de 1985, quedó demostrado lo que un fenómeno de esta naturaleza ocasiona en las estructuras, de esta forma, se debe tomar en cuenta la importancia del diseño en las nuevas estructuras.

Las Cargas Vivas: El excesivo crecimiento demográfico y de transporte origina que se utilicen vehículos cada vez más grandes y por consecuencia más pesados que aunado a la antigüedad del puente, este no fue diseñado para soportar dichas cargas, ocasionando que no se obtenga un coeficiente de seguridad apropiado.

El Intemperismo: En el medio ambiente existen determinadas partículas que son dañinas para la elaboración de los materiales a emplear en la cons-

trucción del puente. Los puentes son obras que siempre están en contacto directo con la Interperie, por lo que su planeación y proyecto deben ser cuidadosos, en este caso se debe hacer un estudio del tipo de suelo, de la humedad, entre otros factores, y con los que el puente siempre está en contacto.

**La Erosión:** Causa ciertos daños cuando la superestructura se encuentra en contacto directo con el terreno natural.

**El Agua:** El agua es uno de los elementos mas dañinos para cualquier tipo de construcción, siendo este elemento uno de los agentes más corrosivos para las estructuras de concreto y de acero.

En México se tienen puentes construidos con acero y es donde se debe de tener más cuidado con este agente.

En los puentes de concreto, lo que se debe cuidar es el drenaje, ya que se ha comprobado, que este material absorbe agua y provoca la erosión dentro de las piezas estructurales, llegando hasta la oxidación del acero de refuerzo.



**Hundimientos:** En la Ciudad de México existen hundimientos de aproximadamente 18 cm anuales, lo que se refleja en las estructuras, ya que generalmente los terraplenes presentan hundimientos más rápidos que la propia estructura ya que esta generalmente piloteada a la capa dura y no presenta hundimiento alguno, lo que provoca la ruptura de los muros estribo.

**Desgaste de la Superficie de Rodamiento:** Este se presenta debido al uso constante de la superficie de rodamiento o al derrame de algunas sustancias corrosivas que provocan agrietamientos y en ocasiones la presencia de baches.

**Golpes en la Estructura:** Generalmente en la Ciudad de México, con el reducimiento gálibo y el paso de vehículos altos, las trabes presentan golpes que con el impacto fracturan a éstas y provocan el mal funcionamiento de la estructura.

**Maltrato de los Elementos:** Es posible que cuando utilizamos elementos prefabricados en la transportación o colocación de los mismos se tienen percances, y que por el incremento del costo o la mala supervisión, esa pieza es colocada y dejada sin que persona alguna se de cuenta del problema que esto pudiera ocasionar.

**Cambios de Temperatura:** Algunos elementos presentan ciertas alteraciones en su comportamiento al tener cambios bruscos de temperatura, como la dilatación o la contracción y que al momento de diseñar no fueron tomados en consideración.

**Mantenimiento:** Este debe ser constante y permanente en los puentes, sin embargo este problema está considerado como uno de los mayores en el país.

**b) Fuerzas Internas:** Son aquellas que actúan en la mecánica de los materiales y son:

**Superestructura:** cortante, flexión, torsión y pandeo.

**Fallas en los apoyos o juntas:** cortante, aplastamiento, flexión, juntas fluidas.

**Subestructura:** cortante flexión, compresión, esbeltes.

**Cimentación:** empujes laterales, hundimientos, supresión, asentamientos.

**Otras causas:** desprendimiento de juntas, mala resistencia en los materiales, control de calidad en los mismos.



**CAPITULO 5**

**REFUERZO, REESTRUCTURACION  
Y  
REPARACION**



En este capítulo tratamos algunos de los casos más comunes de daños y fallas que presentan las estructuras, con lo que queda demostrado que una vez desarrollada la inspección, revisión, evaluación y diagnóstico, que la estructura ya presenta daños estructurales importantes que nos llevan a una reparación, un refuerzo e incluso a la reestructuración .

Los casos que presentamos a continuación los dividimos en: casos comunes donde la reparación es aplicable, y en casos especiales donde es aplicable la reestructuración y refuerzo.

La reparación es la solución mas favorable, ya que se compara con un sencillo proceso de mantenimiento, no obstante que, se tendrá que prestar la atención debida a los daños que el puente presente.

La reestructuración es un caso donde no se llegan a tomar decisiones drásticas; esto se entiende como un apoyo extra para evitar problemas trascendentes en la estructura, o donde se reemplazan algunas piezas estructurales.

El refuerzo es el caso más desfavorable para la reparación de la estructura, ya que, los elementos que se encuentran trabajando en la estructura, pueden llegar al colapso, es entonces que se tomarán decisiones al nivel del problema.

#### 5.1. CASOS COMUNES Y SUS SOLUCIONES.

A lo largo del estudio e investigación de los daños causados a los puentes, se citan los casos más comunes considerados, ya que no representan algún diseño extra, o procedimiento constructivo con grandes maniobras, ni daños considerables:

- 1) Golpes externos a los elementos
- 2) Problemas en las juntas de unión entre los estribos y las tabletas
- 3) Problemas en las juntas de calzada
- 4) Problemas de agrietamiento y baches en la carpeta

1) Los golpes externos a los elementos de un puente, generalmente presentan ciertos daños considerables, ya que anulan el trabajo que dicho elemento realiza.

Estos golpes son frecuentes en: parapetos, muretes de contención, guarniciones, banquetas y traveses, y ocasionados por el impacto de vehículos.



TRABE DAÑADA POR GOLPE EXTERNO

La solución a este tipo de problema es el de presentar un señalamiento restrictivo horizontal y vertical, para prohibir el acceso a vehículos altos, también mantener una superficie de contacto adecuada para prevenir y evitar golpes a guarniciones, banquetas, muretes de contención y parapetos.

2) El problema entre las juntas de los estribos y las tabletas, es causado principalmente por desplazamientos y hundimientos en la región, ya que generalmente presentan un tipo de cimentación diferente, por lo que tienen diferentes asentamientos, provocando así el daño.

La solución es tratar de dejar juntas constructivas con la holgura suficiente así como el de proponer una cimentación tanto en los estribos como en la estructura, lo mas parecida para lograr que los asentamientos se presenten uniformemente, si éste último no es posible, se tratará de deslizar la estructura de los estribos.



HUNDIMIENTO DE LA SUBESTRUCTURA

79

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**



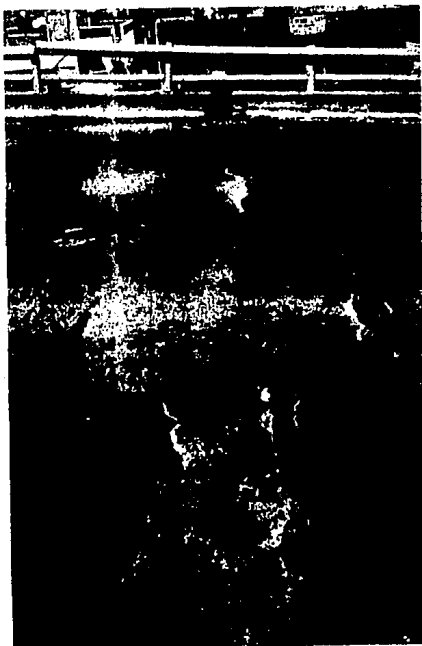
3) Los problemas en las juntas de calzada, se presentan comúnmente a causa de los desplazamientos propios de la estructura, por el desgaste.

La solución que en este caso se ofrece, es considerar en el diseño los desplazamientos probables de la estructura, tomar holguras mayores a las consideradas o colocar juntas extruidas.

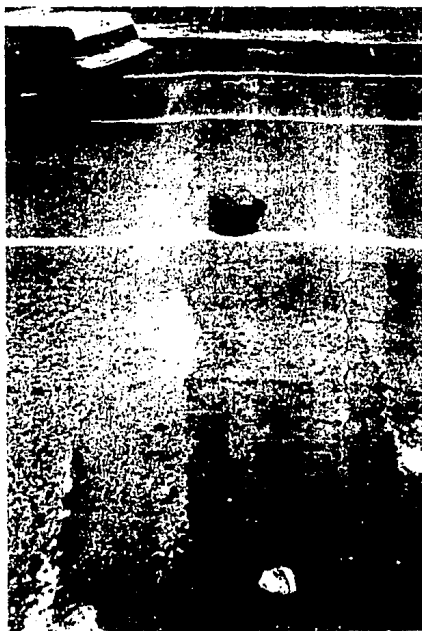


JUNTA DE CALZADA DAÑADA POR UN GRAN DESPLAZAMIENTO

- 4) Los problemas de agrietamiento y baches en la carpeta, se deben a los cambios bruscos de temperatura, por el uso constante, por inundaciones o por derrame de líquidos corrosivos.



DETALLE DE DETERIORO EN LA CARPETA ASFALTICA



### BACHE SOBRE LA PISTA DE RODAMIENTO

La solución que en este caso es el de mantener la superficie de rodamiento libre de inundaciones, partículas, líquidos corrosivos, construir la carpeta con materiales de mejor calidad, evitando la prorsidad con riegos asfálticos de sello o tener cuidado en el diseño y colocación.

Los casos anteriormente expuestos, son los que con mayor frecuencia se presentaron y considerados como los mas comunes, ya que presentan una inmediata y rápida solución, no obstante que en ocasiones se tendrá que ahondar más en su forma de reparación, ya que presentan daños mas profundos.

## 5.2. CASOS ESPECIALES Y SUS SOLUCIONES.

Los casos especiales son denominados así porque los daños que presentan las estructuras son considerables y su reparación requiere de más cuidado en los procedimientos constructivos y con el empleo de tecnologías más avanzadas.

Los casos especiales se presentan con poca frecuencia y son:

- 1) Fallas en los apoyos de neopreno o de las articulaciones.
- 2) Fallas en los muros de contención y en los estribos.
- 3) Presencia de fracturas o rupturas en los elementos estructurales.
- 4) Presencia de grietas en los elementos (agrietamiento).

1) Los apoyos de neopreno en el caso de los puentes de concreto, son de gran importancia, ya que éstos impiden la fricción que pudieran tener con los apoyos y también por que amortiguan la transmisión de las cargas a los apoyos.

Los apoyos de neopreno que se encuentran trabajando bajo esfuerzos muy fuertes de compresión pueden presentar fallas o daños impidiendo así su funcionamiento, éstas se deben principalmente: al aplastamiento causado por las grandes cargas o sobrecargas a la que se encuentran sometidos.

La solución que se ofrece es el del reemplazo total de los apoyos por unos nuevos, esta solución es costosa, sin embargo, si se realiza una reparación de estos apoyos, no serían de gran utilidad ya que no presenta un adecuado funcionamiento.

En el caso de los apoyos de los puentes de acero (articulaciones), que se pueden presentar tanto en los apoyos de las trabes como en los apoyos de las columnas, las fallas serían de gran importancia, ya que el comportamiento estructural cambiaría en la forma, a la cual fue analizada para su diseño.

La solución que se ofrece en este tipo de articulaciones es la de evitar que el acero no tenga contacto con el agua para impedir oxidación del mismo, esto se logra colocando un producto químico (antioxidante) o simplemente aplicando pintura, también se soluciona manteniéndolos con limpieza constante para evitar la acumulación de polvo y basura; en el caso de presentar daño se reemplazara dicha pieza.

2) Las fallas en los muros de contención, son ocasionadas principalmente por los empujes laterales del relleno, el producirse filtraciones de agua por un mal procedimiento constructivo, como una mala compactación en la zona de desplante, contenido de humedad en los materiales de relleno, o también debido a los asentamientos diferenciales en los terraplenes.

Las soluciones que se ofrecen son: que antes del desplante de los muros de contención, se realice una recompactación del terreno y una escarificación para evitar asentamientos; cuando el relleno sea colocado se debe tener un control en los materiales de relleno para evitar que estén con humedad o con diferentes granulometrías a las que se pidió en el proyecto, también realizar el tipo de compactación que se pide en el proyecto.

Las fallas que se presentan en los estribos se debe primordialmente a hundimientos entre éstos y la estructura, así como a los desplazamientos y/o aplastamiento.



DESPLAZAMIENTO DE LA ESTRUCTURA Y HUNDIMIENTOS

3) Las fallas o fracturas en los elementos estructurales se deben a varias causas como lo son: un mal diseño, movimientos o desplazamientos de los elementos, por fuerzas externas, sobrecargas, etc. Cuando estas fallas se presentan se debe tener precaución ya que si ésta es una falla de grandes consideraciones, puede producir el colapso de la estructura y acarreado con este muchos problemas como perdidas de materiales y especialmente de vidas humanas.



FALLAS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES



Las soluciones que se ofrecen en este tipo de fallas, son: el reemplazo total o parcial de la pieza o elemento dañado, con las mismas características del diseño y proyecto original, tratando de corregir las causas para evitar otras fallas posteriores.

4) La presencia de grietas o agrietamiento debido a la baja resistencia a la tensión del concreto, son diversas las causas que conducen al agrietamiento del concreto, siendo las fundamentales las deformaciones debidas a los cambios volumétricos y los esfuerzos ocasionados por fuerzas de tensión, por momentos flexionantes o por fuerzas de tensión, por momentos flexionantes o por fuerzas de cortante.

Los cambios volumétricos ocasionados por variaciones en la temperatura y por contracciones producen esfuerzos de tensión en los elementos estructurales cuando existe algún tipo de restricción. Cuando estos esfuerzos son superiores a los que soporta el concreto se presentan agrietamientos. Estos agrietamientos

pueden controlarse por medio de refuerzo apropiadamente distribuidos, generalmente especificado por los reglamentos con bases empíricas, o sea disponiendo juntas de control que hacen que el agrietamiento aparezca en lugares definidos.

Las fuerzas axiales de tensión, los momentos flexionantes o las combinaciones de estas acciones producen grietas normales a los ejes de los elementos estructurales. Aunque el agrietamiento no puede eliminarse por completo, en estructuras adecuadamente diseñadas con un detallado conveniente del esfuerzo, las grietas son de ancho pequeño, generalmente de orden de 0.1 mm y raras veces superiores a 0.5 mm de manera que no afectan a la resistencia ni a la durabilidad de los elementos.

### 5.3. METODOS DE ANALISIS.

En este apartado se mencionan algunos tipos de análisis estructural que se deben aplicar a los puentes, en su proyecto y en su reestructuración.

Para algunos tipos de estructuras, las ecuaciones de equilibrio no son suficientes para determinar las reacciones o esfuerzos internos (elementos mecánicos). Estas estructuras son denominadas hiperestáticas.

Para el análisis de estas estructuras se deben formular ecuaciones adicionales basadas en el conocimiento de la deformaciones. Por tanto, las deformaciones en términos de fuerza o esfuerzos desconocidos, son importantes para la solución de problemas relacionados con las estructuras hiperestáticas. Algunos de estos métodos, como el método de rigideces, método de carga unitaria supuesta, entre otros; con estos métodos lograremos encontrar las reacciones y los elementos mecánicos.

El conocimiento del análisis hace pensar que en los puentes, la superestructura esta formada por vigas y la subestructura esta formada por columnas o por marcos.

Las vigas y marcos son estaticamente indeterminados, los momentos flexionantes son función de la geometría, momentos de inercia y módulos de elasticidad de los elementos individuales, así como de las cargas y los claros. Aunque estos momentos se pueden determinar con los métodos antes descritos, están disponibles métodos desarrollados especialmente para vigas y marcos, que con frecuencia, facilitan el análisis.

Las vigas y marcos constan de elementos que se pueden considerar como vigas simplemente apoyadas, empotradas, guiadas, etc., de acuerdo a las condiciones que el proyecto marque.

Como en este trabajo estudiamos estructuras que ya fueron analizadas, diseñadas y construidas previamente, las cargas que se aplican, los esfuerzos dominantes a la cual esta sometida la estructura o la pieza.

Cuando una reestructuración o un refuerzo se ponen en práctica, es por que la estructura se encuentra, dañada, entonces se procede a analizar y a diseñar la estructura, una vez diseñado el nuevo elemento, se procede a realizar un análisis comparativo entre este y el elemento que se encuentra ya trabajando.

Es así como nos damos cuenta de cual fue la causa de falla y procediendo a hacer un nuevo diseño, aumentando, disminuyendo, sustituyendo: área de acero, presfuerzo, peraltes, secciones, materiales, etc.

#### 5.4. REESTRUCTURACIÓN Y REFUERZO.

La reestructuración y el refuerzo son aquellos cambios, modificaciones y reparaciones que se aplican a las estructuras cuando estas presentan daños en sus partes o amenaza de colapso.

En este apartado se exponen algunos tipos de reestructuraciones y de refuerzos que deben realizarse de acuerdo al tipo daño que se presente; se describen a continuación siguiendo los daños presentados en los apartados 5.1. y 5.2.

1) Golpes externos a los elementos estructurales la reestructuración que se plantea, es el reemplazo del acero que ha sido dañado, así como la restauración del concreto, que haya presentado fallas.

El procedimiento a seguir es: una vez que se localiza la zona que presenta desprendimiento del refuerzo, se procede a descubrir en forma manual el refuerzo dañado sin lesionarlo, en seguida se corta una porción del refuerzo dañado y hecho lo anterior, se limpia el refuerzo transversal en su caso y el refuerzo longitudinal con un cepillo de alambre para retirar el óxido superficial y las partículas de concreto, posteriormente se limpiará con aire a presión la zona por restaurar. Hecho lo anterior se reemplaza el acero que se elimina con uno del mismo diámetro al refuerzo existente procurando dar un buen amarre y traslape al existente, de esta forma y restituido el acero se recolará con un concreto (preparado con aditivo epóxico) sobre la zona previamente humedecida.

## 2) Zonas de estribos de apoyo dañadas por el desplazamiento de la estructura:

La metodología en reestructuración y refuerzo que se debe seguir es: se procede a retirar el concreto dañado en forma manual sin lesionar el refuerzo existente hasta encontrar concreto sano, se limpiará la zona con un cepillo de alambre, y con aire a presión, para recolar con concreto previamente preparado con aditivo epóxico, previamente al colado se colocarán juntas de polietileno a lo largo de la porción que haga contacto entre la superestructura y los estribos.

3) Problemas en las juntas de calzada: el proceso de reestructuración es como sigue: es recomendable colocar una junta extruida tipo JCKY, DAPSA o similar. Trazar la sección de alojamiento, abrirla y limpiarla, librando de impurezas dicha zona. Se coloca y nivela la junta de calzada a hueso y se pega con adhesivo epóxico y reencarpeta dicha junta, se deben inducir las separaciones de estas en la superficie de la carpeta, para que no se agriete el pavimento.

4) Agrietamiento y baches en la carpeta: este problema se ataca sellando las grietas con material asfáltico y en el caso de los baches se procede a hacer un bacheo donde se podrá colocar una nueva carpeta o emulsión asfáltica.

5) Fallas en los muros de contención y en los estribos: la reestructuración que se propone es; se procede a retirar el concreto dañado por medios manuales hasta

encontrar concreto sano, si se encuentra que el acero transversal y longitudinal esta dañado se cortará hasta dejar el acero sano, se limpiará con un cepillo de alambre y se sopleteará con aire a presión para eliminar todas las impurezas, una vez hecho lo anterior se reemplaza el acero haciendo los amarres y traslapes respectivos, posteriormente se recolará con un concreto previamente preparado con aditivo epóxico, para asegurar la perfecta unión con el concreto viejo.

Si estos muros son de piedra se colocarán piedras similares a las existentes, sin puntas agudas (boleadas), se unen con un mortero con una relación volumétrica entre la arena y la suma de cementante será de 4 a 1.

6) Agrietamiento de los elementos estructurales: en los anchos permisibles de grieta para evitar la corrosión del acero y una mala apariencia, respecto a la misma, se han hecho pocos estudios para relacionar el estado de agrietamiento

con la apreciación subjetiva de la estructura o con una calificación cuantitativa de la misma. Respecto a la corrosión del refuerzo, se han hecho algunos estudios sobre la influencia del agrietamiento en relación con las condiciones del ambiente, sin llegar a establecerse en forma definitiva el ancho de grieta y a partir del cual pueda existir riesgo de corrosión.

A continuación mostramos una tabla de anchos considerables en las grietas para evitar los problemas a la estructura antes mencionados.



**ANCHOS PERMISIBLES DE GRIETAS**

INVESTIGADOR O REGLAMENTO	CONDICIONES DE EXPOSICION	ANCHOS MAXIMOS PERMISIBLES, mm
ERICE	SEVERA AGRESIVA NORMAL	0.10 0.20 0.30
RUSCH	AGRESIVA (agua estada) NORMAL	0.20 0.12 - 0.30
REGLAMENTO ACI 318 - 83	EXTERIOR INTERIOR	0.33 0.40
CEB (Comite Eurointernacional del concreto)	INTERIOR (ambiente normal) INTERIOR (ambiente medianamente agresivo) EXTERIOR MUY AGRESIVO o cuando se requiere impermeabilizante	0.30 0.20 0.20 0.10
CFE	INTERIOR AGRESIVO AGRESIVO cuando se requiere impermeabilizante CARGAS ACCIDENTALES	0.30 0.20 0.12 0.40
NTC 77	NORMAL	0.50
ACI 224	AIRE SECO o membrana protectora AIRE HUMEDO, contacto con el suelo PRODUCTOS QUIMICOS descolgante AGUA DE MAR, mojado y secado alterado ESTRUCTURAS PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA	0.40 0.30 0.13 0.15 0.10

Si se toma en consideración esta tabla y se presentan anchos mayores, se tendrá que reparar como sigue: Las grietas deben ser limpiadas a todo lo largo de ésta, mediante equipo manual limpiándose el polvo del interior de las grietas con aire a presión y cepillo de alambre. A continuación se aplica el emplastecido con el mortero epóxico, el cual debe contar con las características apropiadas en su composición en su aplicación para garantizar el completo sellado de las grietas. Durante el proceso de emplastecido, se dejan las preparaciones o salidas necesarias para la colocación de las boquillas de inyección, las cuales una separación de acuerdo con el ancho y profundidad de las grietas. La inyección de la resina se hará introduciendo a presión por las boquillas la preparación epóxica, teniendo una presión de inyectado de 20 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo, una vez terminado el proceso de inyección se lija o pule para retirar la capa o costra generada por el sellado, de tal manera que se garantice, un acabado aparente.



**CAPITULO 6**

**EJEMPLOS**



En este capítulo se muestran algunos ejemplos donde se presentan los daños más generalizados en los puentes de la ciudad de México.

Se presentan tres casos donde se observan daños como: contraflechas en traveses, desgaste de las juntas de calzada, golpes en las traveses, fracturas en los estribos, problemas de flexión, agrietamiento, baches en la superficie de rodamiento, etc.

La presentación de estos diagnósticos llevan el siguiente orden: descripción del puente, croquis de localización, patología de los daños que presenta la estructura, reparación, reestructuración o refuerzo que se recomiendan para la solución del daño, memoria fotográfica y los procedimientos constructivos a seguir.

## DATOS GENERALES

NOMBRE: Puente Carretera M xico- Texcoco  
UBICACION: Autopista M xico-Puebla  
FUNCION: PEATONAL \_\_\_\_\_ VEHICULAR x OTROS \_\_\_\_\_

## DATOS ESTRUCTURALES

### SUPERESTRUCTURA

		TIPO DE TRABE	No. piezas	
LOSA	<u>x</u>	TRABE CAJON	<u>2</u>	
TRABES	<u>x</u>	TABLETAS	_____	REFORZADO <u>x</u>
ACERO	_____	TRABE T	_____	PREFORZADO _____
ARMADURA	_____	TRABE TT	_____	POSTENSADO _____
		TRABE AASHTO	_____	

No. DE CLAROS 2 LONGITUD APROX. (m) 120

### ESTRUCTURACION

SIMPLEMENTE APOYADO x MARCO RIGIDO \_\_\_\_\_  
RECTO \_\_\_\_\_ ARCO \_\_\_\_\_  
SIMETRICO \_\_\_\_\_ COLGANTE \_\_\_\_\_  
OTRO ESPECIFICAR \_\_\_\_\_

# ORIGEN DE DAÑO

## EN SUPERESTRUCTURA

### GRIETAS O FRACTORAS

CORTANTE _____	SI _____	NO _____
FLEXION _____	SI _____	NO _____
TORSION _____	SI _____	NO _____
FLUJO PLASTICO _____	SI _____	NO _____
DETERIORO-CORROSION _____	SI _____	NO _____
GOLPES E IMPACTOS <u>  x  </u>	SI <u>  x  </u>	NO _____
DELAMINACION _____	SI _____	NO _____
DESCASCARAMIENTO _____	SI _____	NO _____

## EN APOYOS Y JUNTAS

CAMBIO DE TEMPERATURA _____	SI _____	NO _____
CORTANTE _____	SI _____	NO _____
APLASTAMIENTO _____	SI _____	NO _____
FRICCION _____	SI _____	NO _____
CONTAMINACION <u>  x  </u>	SI _____	NO <u>  x  </u>
JUNTAS FLUIDAS _____	SI _____	NO _____
JUNTAS ENDURECIDAS _____	SI _____	NO _____

## EN SUBESTRUCTURA

CORTANTE _____	SI _____	NO _____
FLEXION _____	SI _____	NO _____
COLUMNA CORTA _____	SI _____	NO _____
COMPRESION _____	SI _____	NO _____
TENSION _____	SI _____	NO _____
ESBELTEZ _____	SI _____	NO _____
GOLPES IMPACTOS _____	SI _____	NO _____

## EN CIMENTACION

EMPUJES LATERALES <u>  x  </u>	SI <u>  x  </u>	NO _____
HUNDIMIENTOS REGIONALES	SI _____	NO _____
SUPRESION _____	SI _____	NO _____
ASENTAMIENTOS		
DIFERENCIALES <u>  x  </u>	SI <u>  x  </u>	NO _____

## PRUEBAS Y EQUIPO NECESARIO

MEDICION DE GRIETAS (ancho y profundidad) \_\_\_\_\_  
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS \_\_\_\_\_  
PLANOS ESTRUCTURALES \_\_\_\_\_  
R-METER \_\_\_\_\_  
V-METER \_\_\_\_\_  
ESCLEROMETRO \_\_\_\_\_  
SISMOGRAFO \_\_\_\_\_  
INSTRUMENTOS DE PRECISION \_\_\_\_\_  
OTRO ESPECIFICAR \_\_\_\_\_

## REEMPLAZO Y MATERIAL PARA REPARACION

MATERIAL	REEMPLAZO
CONCRETO _____	LOSAS _____
ACERO REFUERZO _____	TRABES _____
ACERO ESTRUCTURAL _____	COLUMNAS _____
EXPANSORES _____	CABEZALES _____
ADITIVOS _____	ARMADURA _____
EPOXICOS _____	
MORTEROS _____	
LATEX _____	
PROYECTO NUEVO _____	



**PUENTE VEHICULAR: AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA  
Y CARRETERA MEXICO-TEXCOCO.**

**Descripción:** Puente Vehicular de dos claros simplemente apoyados, donde la superestructura esta formada por vigas de concreto reforzado que están integradas mediante una losa de concreto reforzado que constituye la pista de rodamiento. Los apoyos extremos del puente están formados por estribos y muros de contención ligados entre sí, elaborados con rocas de origen volcánico, el apoyo intermedio lo constituye un muro de concreto reforzado, la subestructura la constituyen zapatas de concreto reforzado desplantadas directamente sobre el terreno sano.

La estructura presenta grietas en sus estribos extremos.

**Patología :** Los estribos extremos presentan grietas fuertes en la unión con los aleros que contienen el relleno que da acceso al puente, dichas grietas son ocasionadas por el empuje lateral del relleno sobre los aleros contenedores res, por hundimiento de cimentación y por la baja resistencia que presenta la elaboración de estos elementos (mampostería). Aparte las trabes han recibido en su parte inferior fuertes impactos por los vehículos circulantes ocasionando desprendimiento y rotura de los anillos estribos, así como golpes al refuerzo principal que al parecer no ha afectado su comportamiento estructural.

**Recomendaciones :** Referente a los estribos se recomienda sellar las grietas perfectamente, restituir el "junteo" entre las rocas que lo conforman, retirar la vegetación existente para evitar la retención de humedad y para evitar que las raíces

penetren en las justas y posteriormente las llegasen a fisurar y/o tronar estas últimas recomendaciones se deben hacer periódicamente, en lo que respecta a los asentamientos se recomienda revisar la zapata que apoya al estribo así como a sus aleros.

También es necesario dejar testigos en fisuras una vez que estas han sido inyectadas. así como referencias para proseguir los movimientos verticales ( hundimientos ) que presenta la estructura es conveniente hacer calas para determinar el tipo de suelo y condiciones de la cimentación.

A las trabes que han sido golpeadas se recomienda que el acero que ha sido dañado ( estribos ) sea restituido y posteriormente restaurar el recubrimiento del acero principal para evitar que sea atacado por el medio ambiente ( oxidación ).

Aún cuando la superestructura se observa que " trabaja " bien es conveniente sujetarla a una prueba de carga para medir deflexiones en las trabes y corroborar su buen funcionamiento.

CALZADA  
IGNACIO ZARAGOZA

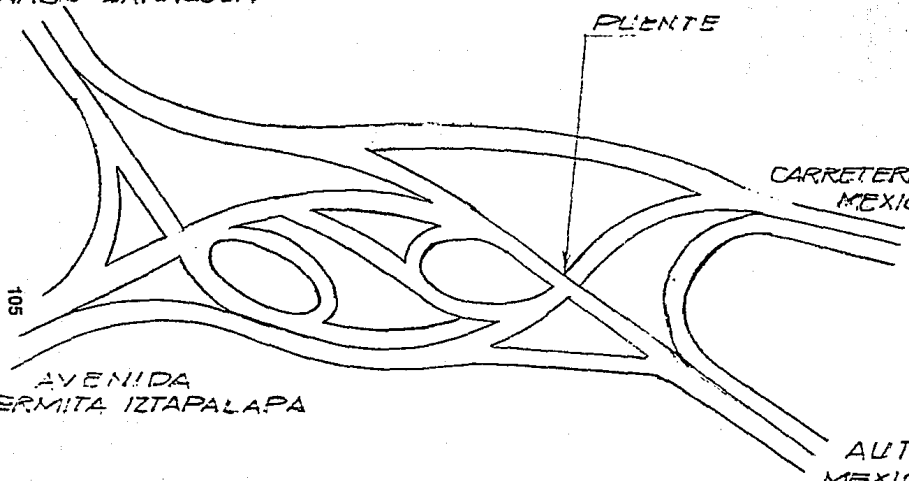
PUENTE

CARRETERA FEDERAL  
MEXICO-TEXCOCO

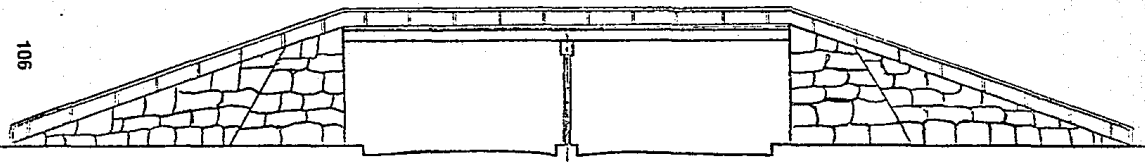
105

AVENIDA  
ERMITA IZTAPALAPA

AUTOPISTA  
MEXICO-PUEBLA



106



PUNTE VEHICULAR  
CARRETERA MEXICO-TEXCOCO-  
AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA.

PUENTE VEHICULAR

AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA - CARRETERA FEDERAL MEXICO-TEXCOCO

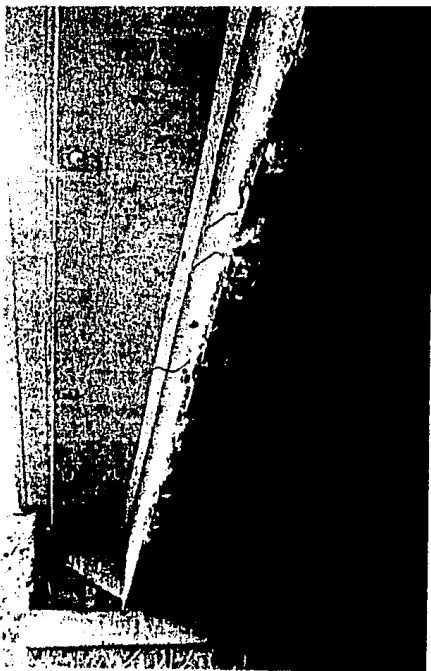
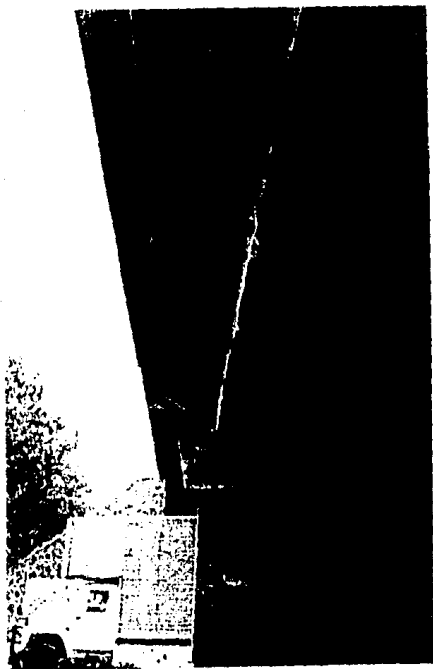


FOTO No. "1"

TRABE GOLPEADA POR LOS VEHICULOS CIRCULANTES QUE DESCUBREN ARMADO PRINCIPAL Y DESPRENDE REFUERZO TRANSVERSAL.

**PUENTE VEHICULAR**

**AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA - CARRETERA FEDERAL MEXICO-TEXCOCO**



**FOTO No. "2"**

**TRABE CON REFUERZO EXPUESTO AL ATAQUE DEL MEDIO AMBIENTE**

**AL PERDER RECUBRIMIENTO POR HABER SIDO GOLPEADA**

**EN SU PARTE INFERIOR.**

PUENTE VEHICULAR  
AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA - CARRETERA MEXICO-TEXCOCO

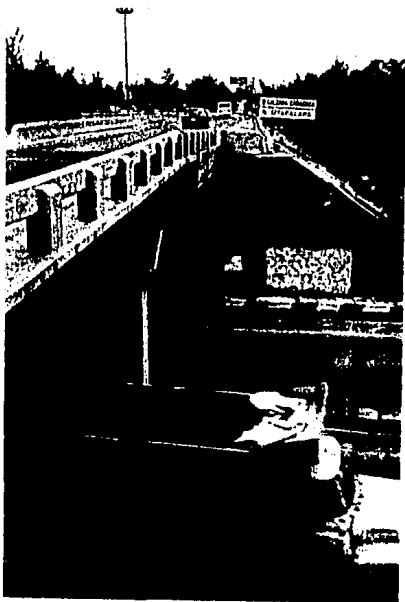


FOTO No. "3"

GRIETAS EN LA UNION DEL ESTRIBO CON LOS ALEROS POR EMPUJE  
DEL RELLENO Y ASENTAMIENTO DE LA CIMENTACION

PUENTE VEHICULAR

AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA - CARRETERA FEDERAL MEXICO-TEXCOCO



FOTO No. "4"

GRIETAS EN LA MAMPOSTERIA DEL ESTRIBO



PUENTE VEHICULAR

AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA - CARRETERA FEDERAL MEXICO-TEXCOCO



FOTO No. "5"

GRIETAS EN ALERO DEL ESTRIBO Y DAÑOS EN LAS PROTECCIONES

PUENTE VEHICULAR

AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA - CARRETERA FEDERAL MEXICO-TEXCOCO

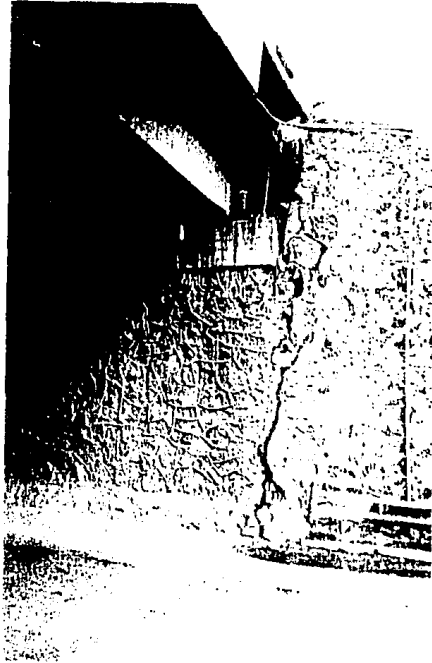


FOTO No. "6"

AGRIETAMIENTO EN LA MAMPOSTERIA DEL ESTRIBO

DETALLE

## PUENTE VEHICULAR

AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA - CARRETERA FEDERAL MEXICO-TEXCOCO



FOTO No. "7"

GRIETA DEBIDO AL DESPLAZAMIENTO DE LOS TALUDES, QUE HA ORIGINADO DESARROLLO DE LA VEGETACION LA CUAL RETIENE HUMEDAD Y AUMENTA EL AGRIETAMIENTO.

PUENTE VEHICULAR

AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA - CARRETERA FEDERAL MEXICO-TEXCOCO



FOTO No. "8"

DAÑO EN LA CARPETA ASFALTICA

PUENTE VEHICULAR

AUTOPISTA MEXICO-PUEBLA - CARRETERA FEDERAL MEXICO-TEXCOCO



FOTO No. "9"

GRIETA EN LA CARPETA ASFALTICA POR DESPLAZAMIENTO  
DE LOS TALUDES.

## RESTITUCION DE REFUERZO TRANSVERSAL

Para las trabes que han sido golpeadas y que presentan desprendimiento del refuerzo transversal se procederá a restituir el refuerzo dañado como a continuación se describe:

Una vez que se localiza la zona que presenta desprendimiento del refuerzo se procederá a descubrir en forma manual el refuerzo dañado sin lesionarlo en el momento de descubrirlo, en seguida se procederá a cortar una porción del refuerzo dañado, hecho lo anterior se limpiará el refuerzo transversal y el principal con un cepillo de alambre para retirar el óxido superficial y las partículas de concreto adherido, así como diversas impurezas, en seguida se recomienda limpiar mediante aire a presión la zona por restaurar. Hecho lo anterior se proporcionará un estribo en forma de " U " del mismo diámetro al refuerzo existente y se le amarrará adecuadamente a la parte del estribo que previamente se dejó. Ya una vez restituido el refuerzo transversal se procederá a recolar la zona para que quede de las dimensiones y forma originales, se recomienda humedecer previamente la zona y agregar al concreto un aditivo epóxico para unir concretos de edades diferentes, el concreto a usar tendrá una calidad de  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$  y el acero de refuerzo  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ .

## ESPECIFICACION PARA MORTERO DE LIGA PARA MAMPOSTERIA DE PIEDRAS NATURALES

Los morteros que se empleen para mampostería de piedras naturales deberán cumplir con los requisitos siguientes: 1:1.5:4

a) La relación volumétrica entre la arena y la suma de cementantes será de 4 a 1. Quedando la proporción como sigue: 1:1.5:4

Esto quiere decir:

1 Saco de cemento    1 1/2 Botes de agua    4 Botes de arena de Mina.

b) La resistencia mínima en compresión será de 15 kg/cm<sup>2</sup>.

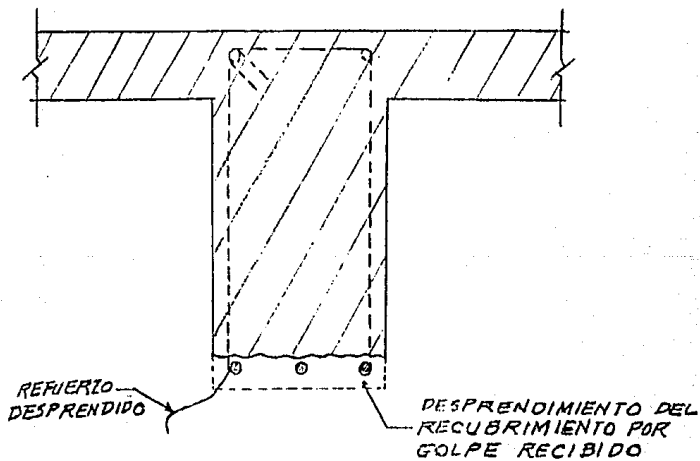
### Construcción del acabado de mampostería

El mortero se elaborará con la cantidad de agua mínima para obtener una pasta manejable. Para el mezclado se tienen las siguientes disposiciones:

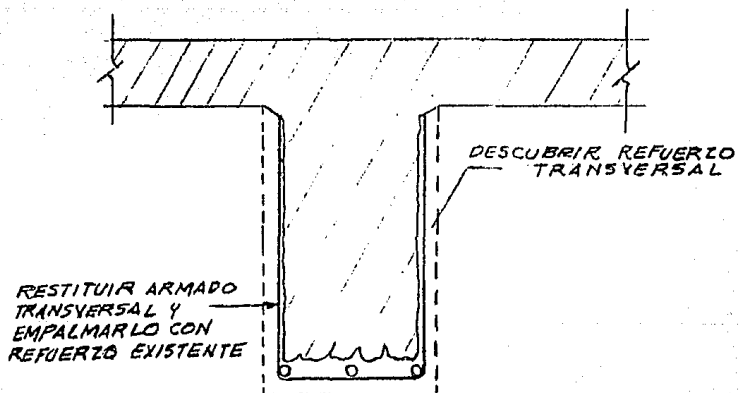
La consistencia del mortero se ajustará tratando de que alcance la mínima fluidez compatible con una fácil colocación. Los materiales se mezclarán en un recipiente no absorbente, prefiriéndose siempre que sea posible, un mezclado mecánico. El tiempo de mezclado, una vez que el agua se agrega, no debe ser menor de tres minutos.

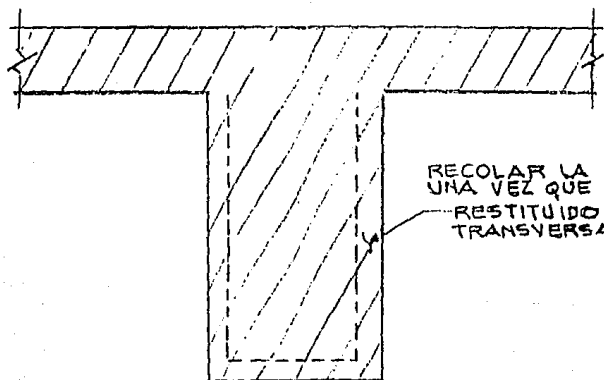
Los morteros a base de cemento normal deberán usarse dentro del lapso de 2.5 horas a partir del mezclado inicial.

Piedras.- las piedras que se emplean deberán estar limpias y sin rajaduras. No se emplearán piedras que presenten forma de laja. Las piedras se mojarán antes de usarlas.

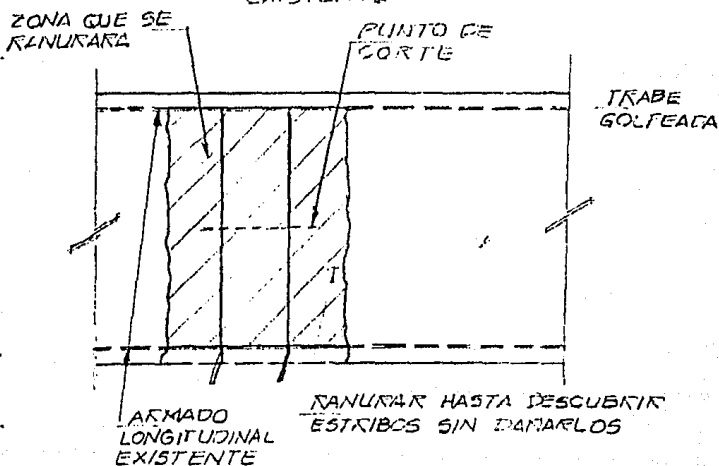
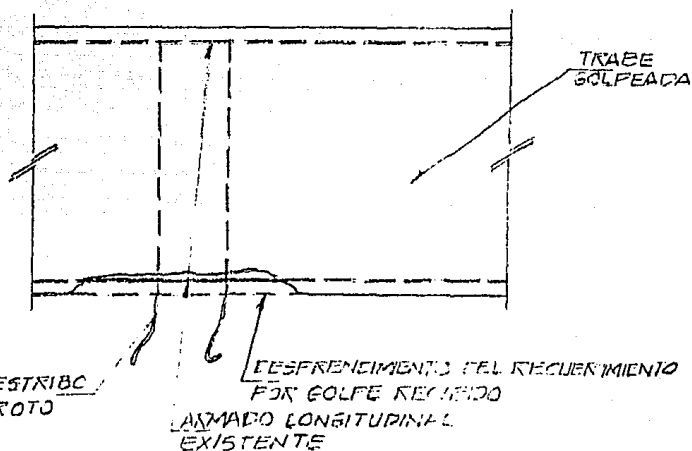


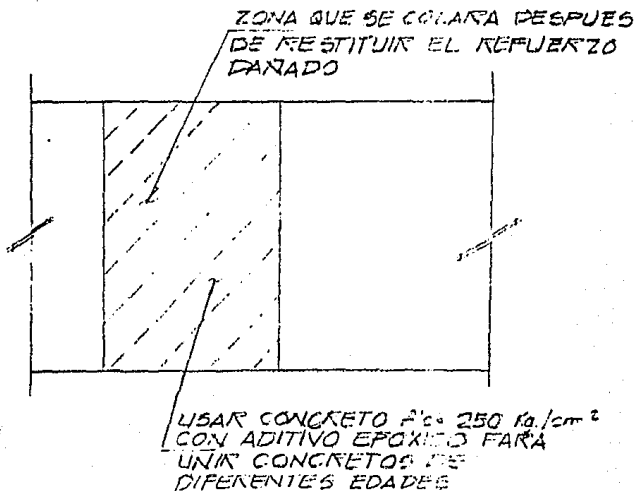
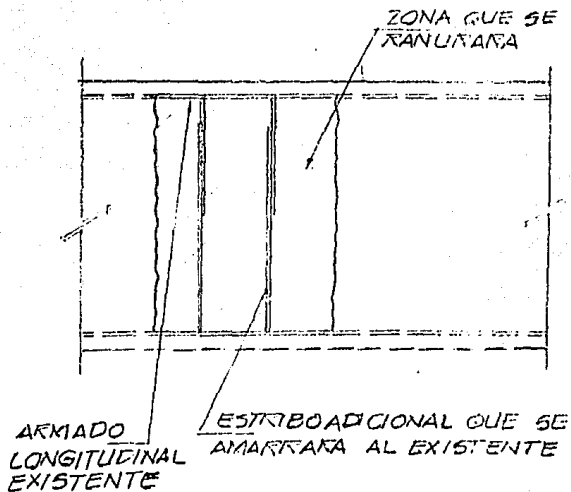




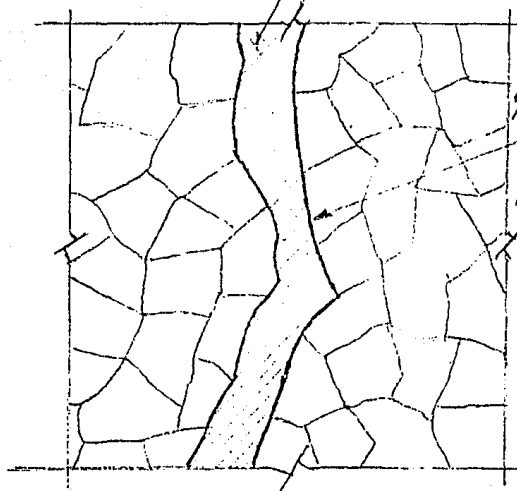


RECOLAR LA TRABE  
UNA VEZ QUE SE HA  
RESTITUIDO EL ACERO  
TRANSVERSAL





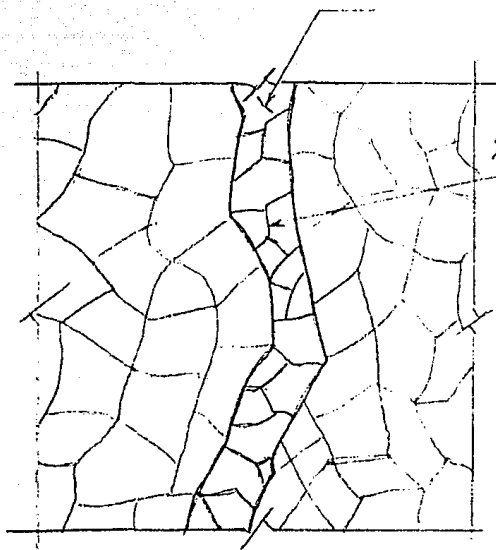
RELLENAR GRIETA CON MATERIAL  
IGUAL O SIMILAR Y SELLAR  
LA JUNTA



LIMPIAR PERFECTA-  
MENTE CON CEPILLO  
DE ALAMBRE  
Y RETIRADO DE  
VEGETACION E  
IMPUREZAS USANDO  
MORTELO EN PROPORCION  
1:1.5:4

DETALLE DE GRIETA EN  
MURO DE MAMPOSTERIA

GRIETA CERRADA CON  
MATERIAL IGUAL O SIMILAR  
AL EXISTENTE



JUNTO DE LAS  
ROCAS CON MOR-  
TERO EN  
PROPORCION  
1:1.5:4

DETALLE DE REPARACION  
EN MURO DE MAMPOSTERIA

## DATOS GENERALES

NOMBRE: Puente Circuito Interior  
UBICACION: R o Churubusco y Divisi n del Norte  
FUNCION: PEATONAL \_\_\_\_\_ VEHICULAR x OTROS \_\_\_\_\_

## DATOS ESTRUCTURALES

### SUPERESTRUCTURA

	TIPO DE TRABE	No. piezas
LOSA	TRABE CAJON	<u>4</u>
TRABES <u>x</u>	TABLETAS	_____
	REFORZADO	<u>x</u>
ACERO	TRABE T	_____
	PREFORZADO	<u>x</u>
ARMADURA	TRABE TT	_____
	POSTENSADO	_____
	TRABE AASHTO	_____

No. DE CLAROS 5 LONGITUD APROX. (m) 250

### ESTRUCTURACION

SIMPLEMENTE APOYADO	_____	MARCO RIGIDO	<u>x</u>
RECTO	_____	ARCO	_____
SIMETRICO	_____	COLGANTE	_____
OTRO ESPECIFICAR <u>MARCO-COLUMNA</u>			

# ORIGEN DE DAÑO

## EN SUPERESTRUCTURA

### GRIETAS O FRACTORAS

CORTANTE _____	SI _____	NO _____
FLEXION _____	SI _____	NO _____
TORSION _____	SI _____	NO _____
FLUJO PLASTICO _____	SI _____	NO _____
DETERIORO-CORROSION x	SI _____	NO <u>  x  </u>
GOLPES E IMPACTOS _____	SI _____	NO _____
DELAMINACION _____	SI _____	NO _____
DESCASCARAMIENTO _____	SI _____	NO _____

## EN APOYOS Y JUNTAS

CAMBIO DE TEMPERATURA x	SI <u>  x  </u>	NO _____
CORTANTE _____	SI _____	NO _____
APLASTAMIENTO _____	SI _____	NO _____
FRICCION <u>  x  </u>	SI <u>  x  </u>	NO _____
CONTAMINACION _____	SI _____	NO _____
JUNTAS FLUIDAS _____	SI _____	NO _____
JUNTAS ENDURECIDAS _____	SI _____	NO _____



## EN SUBESTRUCTURA

CORTANTE _____	SI _____	NO _____
FLEXION _____	SI _____	NO _____
COLUMNA CORTA _____	SI _____	NO _____
COMPRESION _____	SI _____	NO _____
TENSION _____	SI _____	NO _____
ESBELTEZ _____	SI _____	NO _____
GOLPES IMPACTOS _____	SI _____	NO _____

## EN CIMENTACION

EMPUJES LATERALES ____	SI _____	NO _____
HUNDIMIENTOS REGIONALES x	SI <u>  x  </u>	NO _____
SUPRESION _____	SI _____	NO _____
ASENTAMIENTOS		
DIFERENCIALES _____	SI _____	NO _____

## PRUEBAS Y EQUIPO NECESARIO

MEDICION DE GRIETAS (ancho y profundidad) \_\_\_\_\_

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS \_\_\_\_\_

PLANOS ESTRUCTURALES \_\_\_\_\_

R-METER \_\_\_\_\_

V-METER \_\_\_\_\_

ESCLEROMETRO \_\_\_\_\_

SISMOGRAFO \_\_\_\_\_

INSTRUMENTOS DE PRECISION \_\_\_\_\_

OTRO ESPECIFICAR \_\_\_\_\_

## REPARACION

### MATERIAL

CONCRETO \_\_\_\_\_ x

ACERO REFUERZO \_\_\_\_\_ x

ACERO ESTRUCTURAL \_\_\_\_\_

EXPANSORES \_\_\_\_\_

ADITIVOS \_\_\_\_\_ x

EPOXICOS \_\_\_\_\_

MORTEROS \_\_\_\_\_ x

LATEX \_\_\_\_\_

### REEMPLAZO

LOSAS \_\_\_\_\_

TRABES \_\_\_\_\_

COLUMNAS \_\_\_\_\_

CABEZALES \_\_\_\_\_

ARMADURA \_\_\_\_\_

PROYECTO NUEVO \_\_\_\_\_

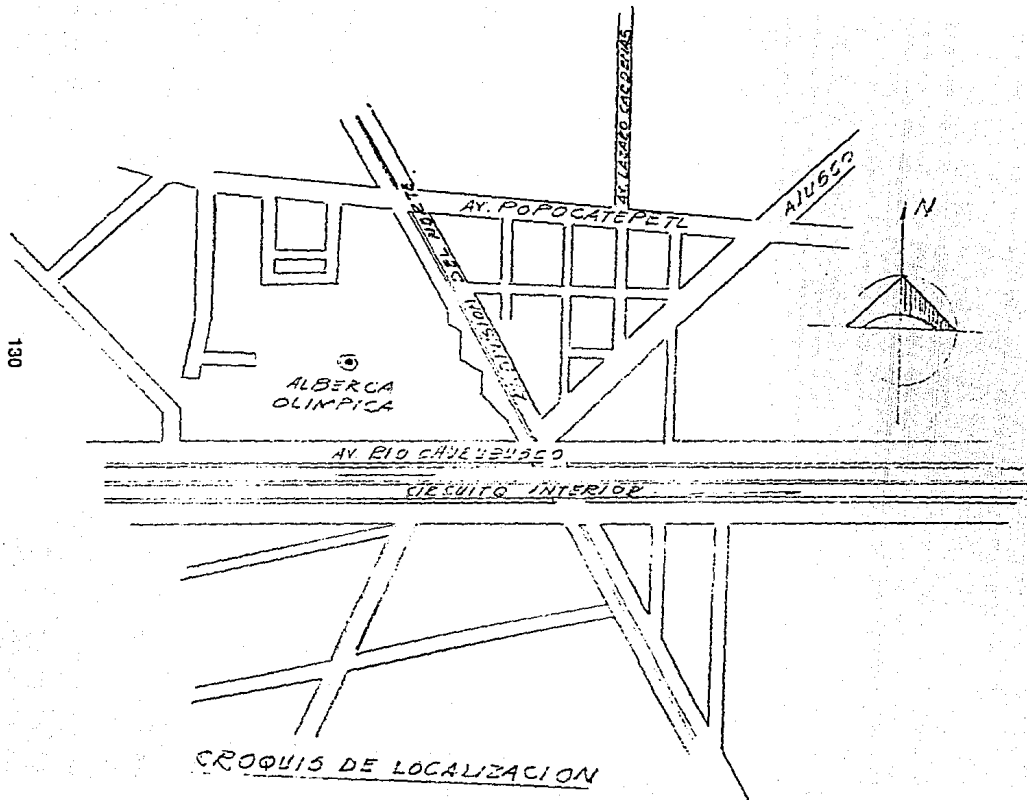
## PUENTE VEHICULAR: AV. RIO CHURUBUSCO (CIRCUITO INTERIOR)

### Y AV. DIVISION DEL NORTE

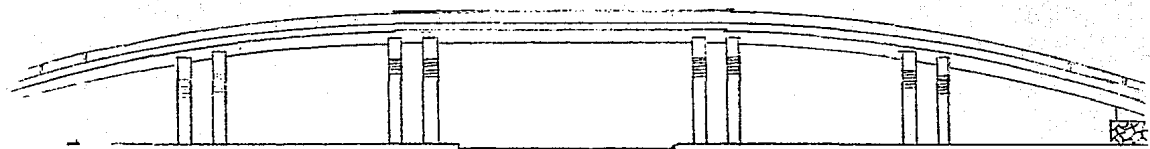
**Descripción :** Puente Vehicular cuya superestructura es a base de trabes sección cajón de concreto reforzado y presforzado. Los apoyos son a base de "marcos - columna " de los mismos materiales, la cimentación es de zapatas de concreto reforzado apoyadas en pilotes.

**Patología :** El puente presenta daños en el estribo oriente (dirección oriente); debido a hundimientos regionales, y desgaste y desprendimiento de las juntas de calzada debidos al uso y a grandes desplazamientos horizontales, respectivamente.

**Recomendaciones :** Restituir las partes dañadas, inyectar con aditivos epóxicos las fisuras de mampostería y dejar testigos de yeso para observar su comportamiento a lo largo de tres meses posteriores a dichas inyecciones. Referente a las juntas de calzada estas se tendrán que sustituir por una juntas nuevas haciendo los trabajos de anclaje y aumento o disminución de holguras necesarias.



CROQUIS DE LOCALIZACION



131

ELEVACION DEL PUEBTE  
AV. RIO CHURUBUSCO CIRCUITO INTERIOR - AY. DIV. DEL NORTE

PUENTE VEHICULAR: AV. RIO CHURUBUSCO ( CIRCUITO INTERIOR)  
Y AV. DIVISION DEL NORTE



FOTO No. 1

VISTA PARCIAL DEL PUENTE; EXTREMO ORIENTE

PUENTE VEHICULAR: AV. RIO CHURUBUSCO ( CIRCUITO INTERIOR)

Y AV. DIVISION DEL NORTE



FOTO No. 2

VISTA GENERAL DE DAÑOS EN ESTRIBO ORIENTE

(DIRECCION ORIENTE)

PUENTE VEHICULAR: AV. RIO CHURUBUSCO ( CIRCUITO INTERIOR)  
Y AV. DIVISION DEL NORTE

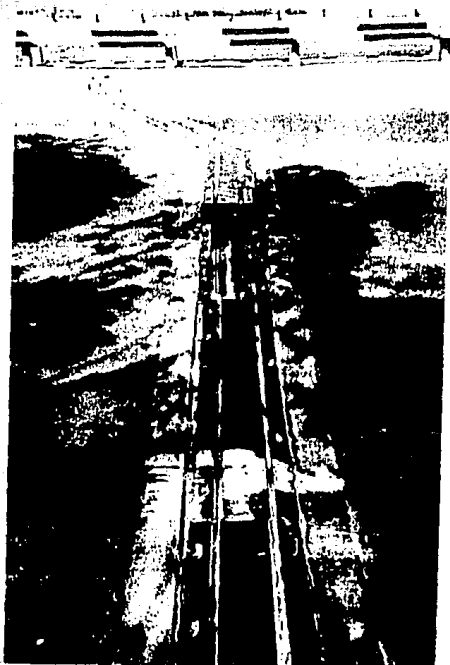


FOTO No. 3

VISTA DE DAÑOS OCASIONADOS POR DESPLAZAMIENTOS  
HORIZONTALES Y DESGASTE; EN JUNTA DE CALZADA



## PROCEDIMIENTO PARA RESTITUIR ZONA DAÑADA

### EN EL ESTRIBO DE APOYO

La zona dañada en el estribo de apoyo se reparará de acuerdo a lo siguiente :

Se procederá a retirar el concreto dañado en forma manual sin lesionar al refuerzo existente hasta encontrar concreto sano, en seguida se procederá a limpiar con cepillo metálico el refuerzo existente; hecho lo anterior se limpiará la zona con aire a presión para que en forma inmediata sea recolada la zona dañada usando un concreto con una calidad mínima de  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ , usando un aditivo epóxico para unir concretos de diferentes edades. Previamente al recolado se dejará una junta de espuma de poliestireno a todo lo largo de la porción en contacto entre la superestructura y el muro tapón del estribo, en seguida se procederá a igualar el acabado inicial del muro que se ha reparado.

## ESPECIFICACION PARA MORTERO DE LIGA PARA MAMPOSTERIA DE PIEDRAS NATURALES

Los morteros que se emplean para mampostería de piedras naturales deberán cumplir con los requisitos siguientes :

a) La relación volumétrica entre la arena y la suma de cementantes será de 4 a 1. Quedando la proporción como sigue: 1:1.5:4.

Esto quiere decir :

1 Saco de cemento 1 1/2 Botes de Agua 4 Botes de arena de Mina.

b) La resistencia mínima en compresión será de 15 kg/cm<sup>2</sup>.

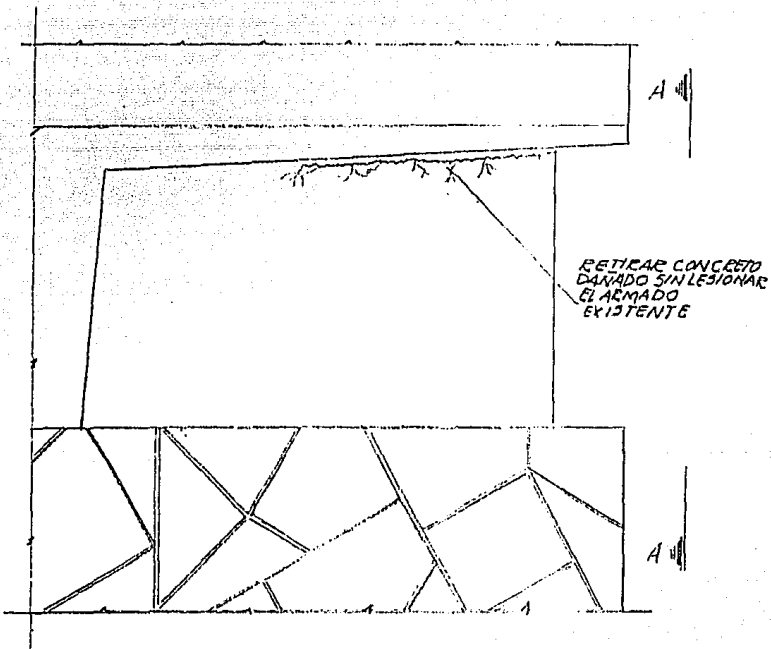
### Construcción del acabado de mampostería

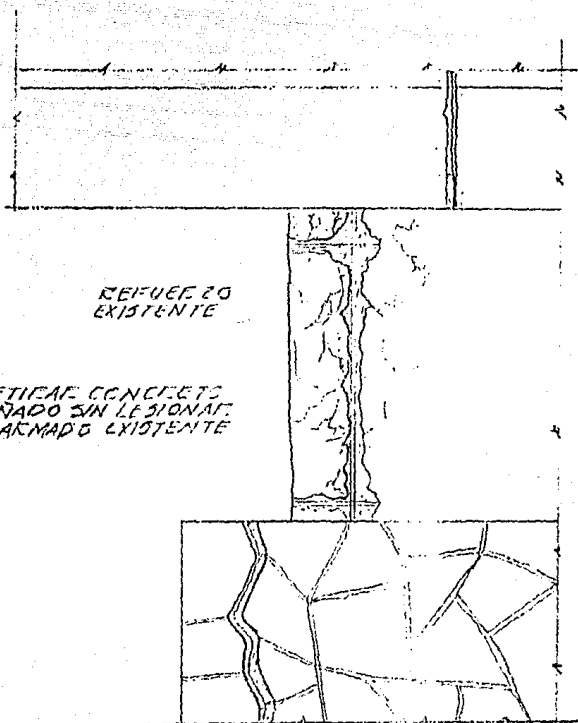
El mortero se elaborará con la cantidad de agua mínima para obtener una pasta manejable. Para el mezclado se tienen las siguientes disposiciones:

La consistencia del mortero se ajustará tratando de que alcance la mínima fluidez compatible con una fácil colocación. Los materiales se mezclarán en un recipiente no absorbente, prefiriéndose siempre que sea posible un mezclado mecánico. El tiempo de mezclado, una vez que el agua se agrega no debe ser menor de tres minutos.

Los morteros a base de cemento normal deberán usarse dentro del lapso de 2.5 hrs. a partir del mezclado inicial.

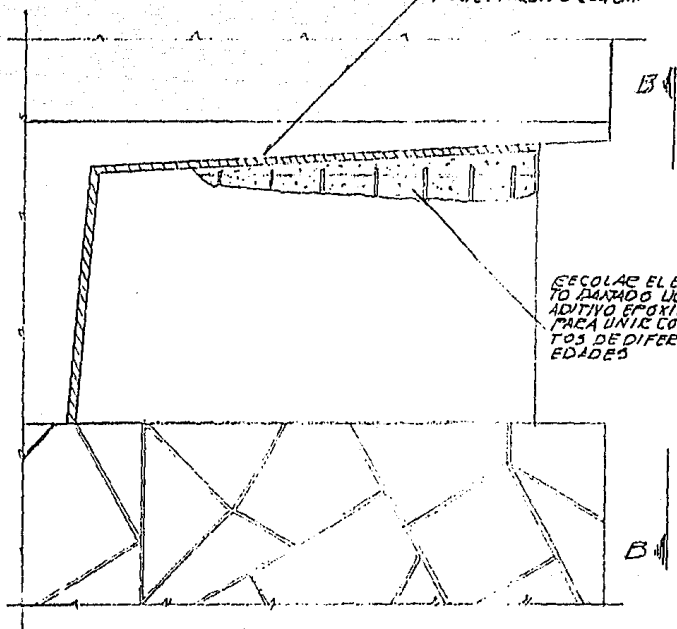
Piedras. - Las piedras que se emplean deberán estar limpias y sin rajaduras. No se emplearán piedras que presenten forma de laja. Las piedras se mojarán antes de usarlas.





V I S T A A - A

JUNTA DE ESPUMA DE  
POLIESTIRENO  $e=4$  cm.



RECOLAR EL ELEMEN-  
TO DANADO USANDO  
ADITIVO EPOXICO  
PARA UNIR CONCRE-  
TOS DE DIFERENTES  
EDADES

MATERIALES

CONCRETO  $f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO  
 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

JUNTA DE ESPUMA  
DE POLIESTIRENO  
 $e = 4 \text{ cm.}$

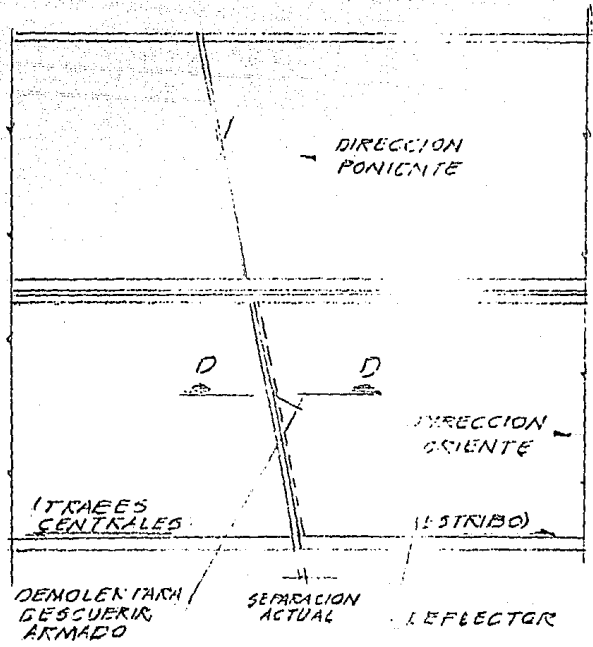
RECULAR EL ELEMENTO  
DANADO USANDO ADITIVO  
EPOXICO PARA UNIR CONCRETOS  
DE DIFERENTES EDADES

RESTITUCION  
DE  
JUNTA

LIMPIAR PERFEC-  
TAMENTE CON  
CEPILLO DE  
ALAMBRE Y RETIRADO  
DE VEGETACION E  
IMPUREZAS USANDO  
MORTERO EN PROPORCION  
1:1.5:4

VISTA B - B

JUNTA DE CERRADA  
EXISTENTE

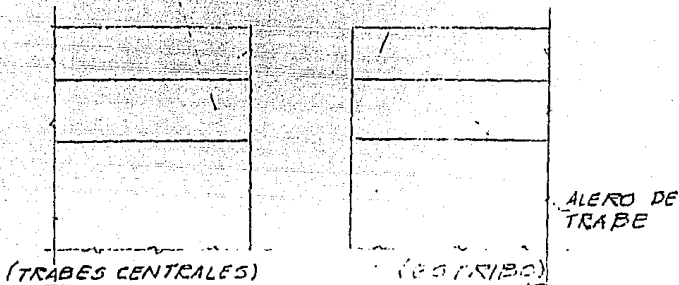


PLANTA

ALERO DE TRABE

SEPARACION ACTUAL

CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO



CORTE D-D (ACTUAL)

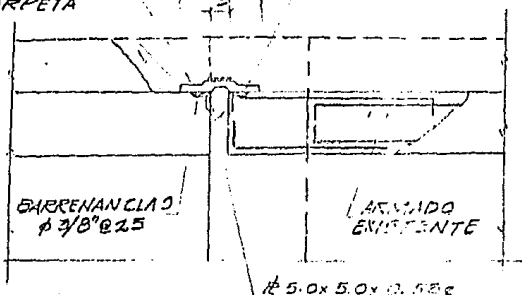
JUNTA DE CALZADA TIPO DAFSA O SIMILAR

DEMOLER CARPETA

20  
5

05

DEMOLER CONCRETO



(TRABES CENTRALES)

(ESTRIBO)

CORTE D-D



# DATOS GENERALES

NOMBRE: Puente Indios Verdes

UBICACION: Insurgentes Norte e Indios Verdes

FUNCION: PEATONAL \_\_\_\_\_ VEHICULAR x OTROS \_\_\_\_\_

## DATOS ESTRUCTURALES

### SUPERESTRUCTURA

	TIPO DE TRABE	No. piezas
LOSA	TRABE CAJON	<u>1</u>
TRABES	TABLETAS	_____ REFORZADO <u>x</u>
ACERO	TRABE T	_____ PREFORZADO _____
ARMADURA	TRABE TT	_____ POSTENSADO <u>x</u>
	TRABE AASHTO	_____

No. DE CLAROS 7 LONGITUD APROX. (m) 300

### ESTRUCTURACION

SIMPLEMENTE APOYADO	<u>x</u>	MARCO RIGIDO	<u>x</u>
RECTO	_____	ARCO	_____
SIMETRICO	_____	COLGANTE	_____
OTRO ESPECIFICAR _____			

# ORIGEN DE DAÑO

## EN SUPERESTRUCTURA

### GRIETAS O FRACTORAS

CORTANTE _____	SI _____	NO _____
FLEXION <u>  x  </u>	SI <u>  x  </u>	NO _____
TORSION _____	SI _____	NO _____
FLUJO PLASTICO _____	SI _____	NO _____
DETERIORO-CORROSION <u>  x  </u>	SI <u>  x  </u>	NO _____
GOLPES E IMPACTOS _____	SI _____	NO _____
DELAMINACION <u>  x  </u>	SI <u>  x  </u>	NO _____
DESCASCARAMIENTO _____	SI _____	NO _____

## EN APOYOS Y JUNTAS

CAMBIO DE TEMPERATURA _____	SI _____	NO _____
CORTANTE <u>  x  </u>	SI <u>  x  </u>	NO _____
APLASTAMIENTO <u>  x  </u>	SI <u>  x  </u>	NO _____
FRICCION _____	SI _____	NO _____
CONTAMINACION <u>  x  </u>	SI <u>  x  </u>	NO _____
JUNTAS FLUIDAS _____	SI _____	NO _____
JUNTAS ENDURECIDAS <u>  x  </u>	SI <u>  x  </u>	NO _____

## EN SUBESTRUCTURA

CORTANTE _____	SI _____	NO _____
FLEXION _____	SI _____	NO _____
COLUMNA CORTA _____	SI _____	NO _____
COMPRESION _____ x	SI _____	NO _____ x
TENSION _____	SI _____	NO _____
ESBELTEZ _____ x	SI _____	NO _____ x
GOLPES IMPACTOS _____	SI _____	NO _____

## EN CIMENTACION

EMPUJES		
LATERALES _____	SI _____	NO _____
HUNDIMIENTOS		
REGIONALES _____ x	SI _____ x	NO _____
SUPRESION _____	SI _____	NO _____
ASENTAMIENTOS		
DIFERENCIALES _____ x	SI _____ x	NO _____
DIFERENCIALES _____	SI _____	NO _____

# PRUEBAS Y EQUIPO NECESARIO

MEDICION DE GRIETAS (ancho y profundidad)	_____x_____
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS	_____
PLANOS ESTRUCTURALES	_____x_____
R-METER	_____x_____
V-METER	_____x_____
ESCLEROMETRO	_____
SISMOGRAFO	_____
INSTRUMENTOS DE PRECISION	_____
OTRO ESPECIFICAR _____	

## REPARACION

### MATERIAL

CONCRETO	_____x_____
ACERO REFUERZO	_____x_____
ACERO ESTRUCTURAL	_____
EXPANSORES	_____
ADITIVOS	_____x_____
EPOXICOS	_____x_____
MORTEROS	_____
LATEX	_____

### REEMPLAZO

LOSAS	_____
TRABES	_____
COLUMNAS	_____
CABEZALES	_____
ARMADURA	_____

PROYECTO NUEVO \_\_\_\_\_x\_\_\_\_\_

## PUENTE VEHICULAR: ACUEDUCTO-INDIOS VERDES

### DESCRIPCION:

Se trata de un puente vehicular cuya superestructura está formada a base de travesaños de cajón, coladas en sitio, de las cuales las travesaños centrales son postensadas, y se apoyan en las travesaños portantes.

Los apoyos son a base de marcos-columna que descansan sobre zapatas que transmiten la carga al terreno a través de pilotes apoyados por punta. Los estribos del lado norte constan de terraplenes formados por tierra armada y apoyados sobre terreno rocoso; a diferencia de los estribos del lado sur que se apoyan sobre pilotes de punta, al igual que el resto del puente. Esto se debe a que la estructura se encuentra ubicada en una zona de transición abrupta.

### PATOLOGIA:

En general puede decirse que los daños se encuentran principalmente a todo lo largo de las travesaños, consistiendo en grietas de diferentes anchos y profundidades; igualmente presentadas deflexiones de diferentes magnitudes.

Por otro lado, los apoyos de neopreno y las juntas de calzada presentan daños y excesivo deterioro debido al uso y falta de mantenimiento.

### DESARROLLO:

La estructuración del refuerzo propuesto consiste en lo siguiente: Se colocará una estructura metálica formada con tubos cédula 6 0,  $\varnothing = 50.8 \text{ cm}$  (20"), que transmitirán la descarga de las travesaños centrales directamente a la base de las columnas.

Esto se hará anclando a la trabe dichos tubos mediante un dado y un diafragma, como se indica en los detalles 3 y 4 de los planos estructurales respectivos.

Para poder recibir en la parte inferior a los apoyos metálicos, se requiere ampliar la base actual de las columnas dejando las conexiones y preparaciones que se indican en el detalle 5 del plano correspondiente. Es importante resaltar que los gatos planos que se especifican servirán para garantizar el funcionamiento de los nuevos apoyos; esto se logrará expandiendo los gatos planos una vez que los colados nuevos hayan alcanzado su resistencia de proyecto.

Para realizar estos trabajos, se deberán seguir las siguientes indicaciones: Todas las ranuras se harán con herramienta manual y sin dañar el acero existente.

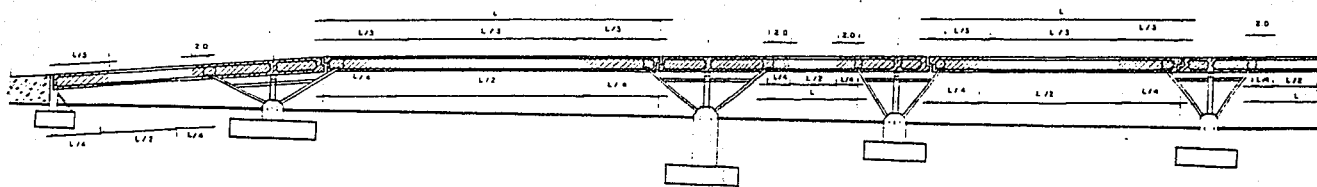
El armado descubierto se limpiará con cepillo de alambre de todo residuo de concreto viejo y del óxido que pudiera presentar .

Las juntas de colado presentarán un acabado rugoso, y libre de polvo, además se les aplicará una película o capa de adhesivo apóxico para unir concretos de diferentes edades.

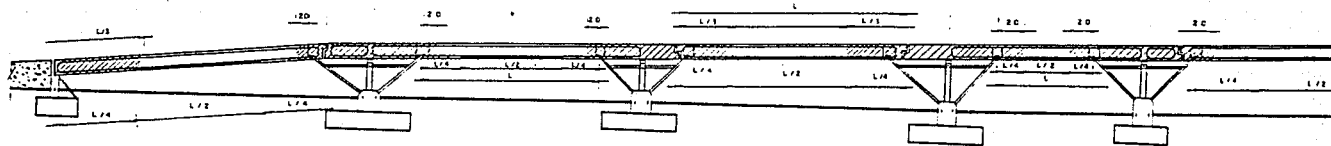
El concreto por usar tendrá una calidad mínima de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  y se le agregará un aditivo expansor de volumen; cuando el concreto haya alcanzado el 80% de su resistencia final podrán ser descimbrados los elementos colados.

Los elementos metálicos nuevos, se protegerán debidamente con pintura anticorrosiva.

Las grietas existentes deberán inyectarse con resina epóxica de acuerdo al procedimiento que se presenta a continuación.



ELEVACION PUENTE ACUEDUCTO PONIER



ELEVACION PUENTE ACUEDUCTO ORIENT



FIG 1-1

SE INTERCETARAN EN LAS ALMAS  
TODAS LAS ORIENTAS CUYO ANCHO  
SEA MAYOR O IGUAL A 200. Y QUE  
PRESENTEN UN ANGULO ENTRE  
20 Y 50°



FIG 2-2

TODAS LAS ORIENTAS PERPENDICULARES  
AL EJE LONGITUDINAL DE LA TABLA  
QUE SE LOCALIZAN EN LA LOSA INTERIOR  
SOLAMENTE SE EMBLASTECERAN

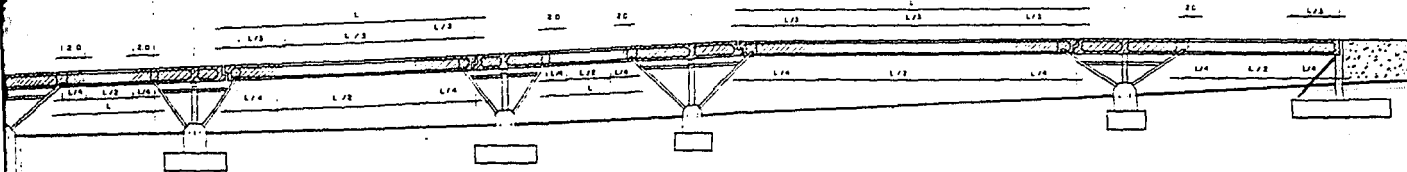
### SIMBOLOGIA

ZONA EN QUE SE **INTERCETARAN**  
ORIENTAS EN ALMAS (VER FIG 1-1)

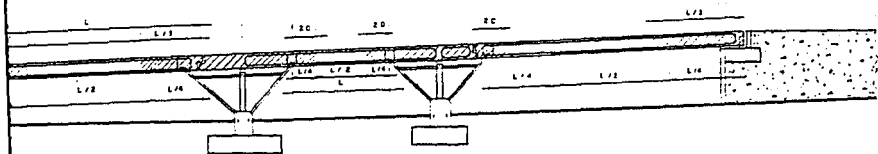
ZONA EN QUE SE **EMBLASTECERAN**  
LAS ORIENTAS DE LA LOSA INTERIOR  
(VER FIG 2-2)

### NOTAS GENERAL

- 1- LA INYECCION DE ORIENTAS DE MALLA  
PODEAN EN FUNCIONAMIENTO LOS 4.
- 2- EL MORTERO DE RESINA SERA A 200  
Y CUARZO
- 3- LA RESINA EPOXICA TENDRA UN TIEMPO  
DE CURADO DE 48 HORAS Y DESPUES  
RESISTENCIA ENER PORAS MAXIMA
- 4- EL EMBLASTECIDO DE LOSAS INTERIORES  
HARA CUBRIENDO PERFECTAMENTE,  
PREVIENDO UN CORROSION
- 5- PREVIO AL EMBLASTECIDO V/O INTERIORES  
ORIENTAS SE LIMPIARAN DE POLVO E  
MEDIANTE MESA A PRESION Y CEPILLO



PUENTE ACUEDUCTO PONIENTE



PUENTE ACUEDUCTO ORIENTE

SIMBOLOGIA



ZONA EN OVE DE INYECCION  
ORIENTES EN ALMA (VER FIG 1-11)



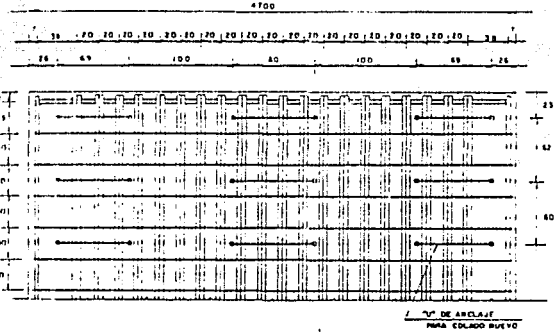
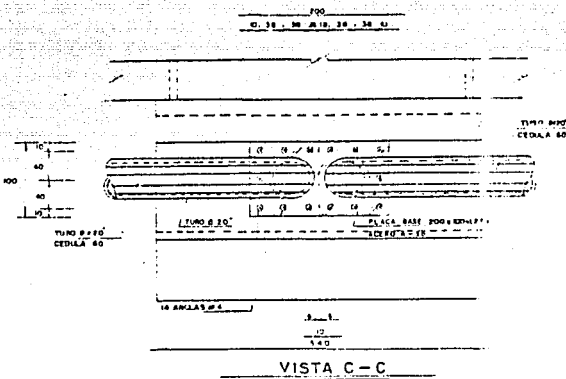
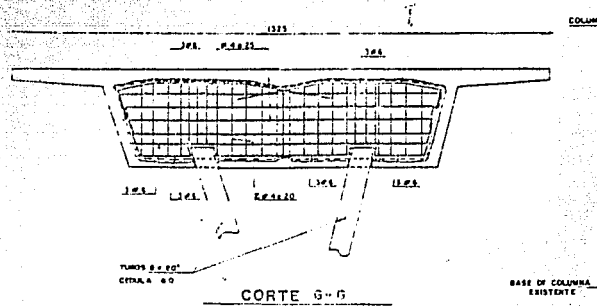
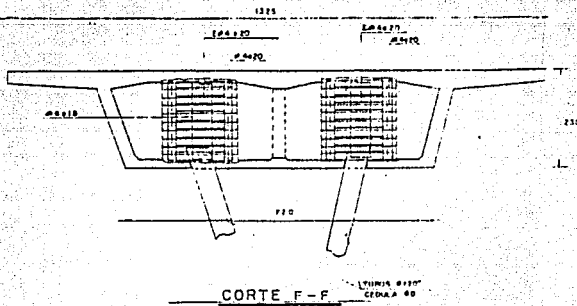
ZONA EN OVE DE EMPLASTACION  
LAS ORIENTES DE LA SOBRECIMENTACION  
(VER FIG 2-21)

NOTAS GENERALES

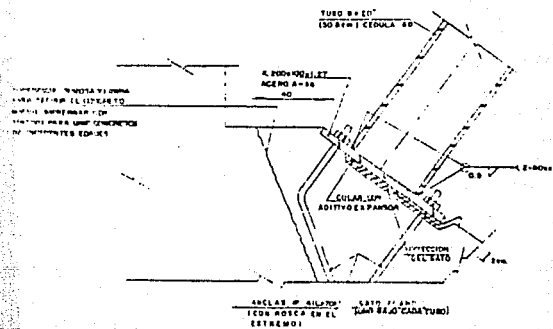
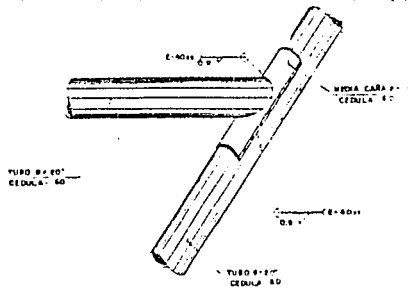
- 1- LA INYECCION DE ORIENTES SE REALIZARA ANTES DE PODER EN FUNCIONAMIENTO LOS RIGIDOS PLANOS
- 2- EL MORTERO DE RESINA SERA A BASE DE RESINA Y CUARZO
- 3- LA RESINA APOSCA TENDRA UN TIEMPO DE FRAM-  
OD MICIAL DE 40 MINUTOS Y DESARROLLO DE SU  
RESISTENCIA EN 24 HORAS MARINE
- 4- EL EMPLASTACION DE LOSAS INFERIORES SE  
HARA CUBRIENDO PERFECTAMENTE EL ACERC.  
PREVIENDO UN CORROSION
- 5- ANTES AL EMPLASTACION Y/O INYECCION DE  
ORIENTES DE LIMPIAR DE POLVO E IMPUREZAS  
MEDIANTE AIRE A PRESION Y CEPILLO DE ALUMINE

UNIVERSIDAD LA SALLE	
ALUMNO HUBERTO PORTILLO SANCHEZ	
INGENIERIA CIVIL	ESCALA SIN ESCALA
PROYECTO PUENTE VEHICULAR INDIOS VERDES-ACUEDUCTO	FECHA OCTUBRE 1972
PLANO ZONAS MINIMAS A INYECTAR	NO. PLANO ULSA-004-P
UBICACION GUSTAVO A. MADRIZ	OBSERVACIONES
LOCALIDAD INSUMIENTES NORTE-AV. ACUEDUCTO	





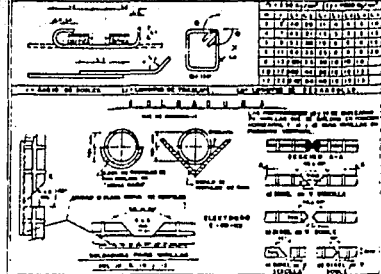
POSICION DE ARMADO EXISTENTE  
(PARA BARREAR Y ANCLAR COLACO NUEVO)  
EN BASE DE COLUMNAS



DETALLE-6

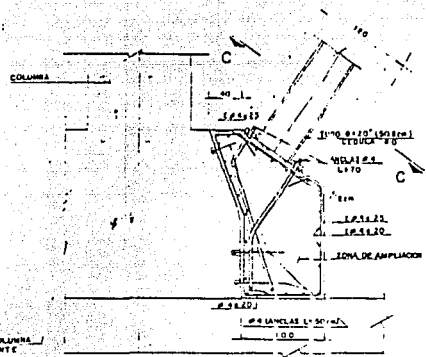
DETALLE DE GATO PLANO

DETALLES DEL REFUERZO



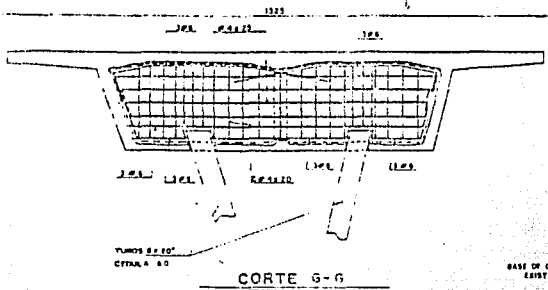
NOTAS GENERALES

- 1.- TOMAR LAS DIMENSIONES ESTAS SIEMPRE EN CONTINUIDAD, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRO UNIDAD
- 2.- SIEMPRE INDICAR EN METROS
- 3.- LAS COTAS SIEMPRE AL CERCA, NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA
- 4.- TOMAR LAS ANCHAS DE COLADO O CONSTRUCCIONES SIEMPRE DE ACABADO NUEVO Y CERRARLO PUNTEANDO HOMBROS SIGUIENTE DE LINEA PRIMERA AL NUEVO COLADO. SIEMPRE USAR ALGUN HOMBRO A LA ELECCION DEL CONTRATISTA
- 5.- EL CONCRETO NUEVO SERA DE 14000 Kg/m<sup>3</sup>
- 6.- ACERO DE REFUERZO 14000 Kg/m<sup>2</sup>
- 7.- ACERO DE PLACA, TUBOS Y PERFILES SERAN DE ACERO 14000 Kg/m<sup>2</sup> Y TEMPURA CON LA NOMBA 2-34
- 8.- TUBO HAMBRO DEL ARRANQUE HAMBRO 1/2"
- 9.- ADELANTAR EL CONCRETO YA ADITIVO ESPESOR DE VOLADIZO A ELECCION DEL CONTRATISTA
- 10.- ESTE PLANO ES COMPLEMENTO DE LOS PLANOS: 90-401-12-ES-400-1-P 90-401-12-ES-401-1-P

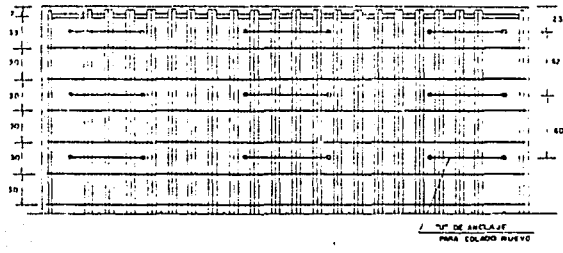
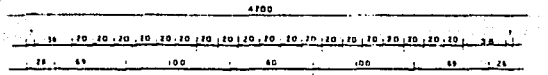


DETALLE - 5

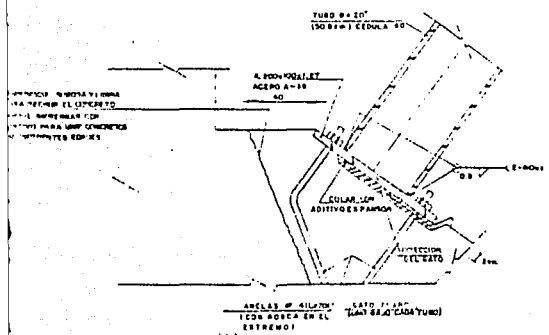
EN HUBO DE ACERAR BASTO INTERIOR VERTICAL CON ADITIVO APARTADO DE VOLUMEN



CORTE G-G



POSICION DE ARMADO EXISTENTE (PARA BARRENAR Y ANCLAR COLADO NUEVO) EN BASE DE COLUMNAS

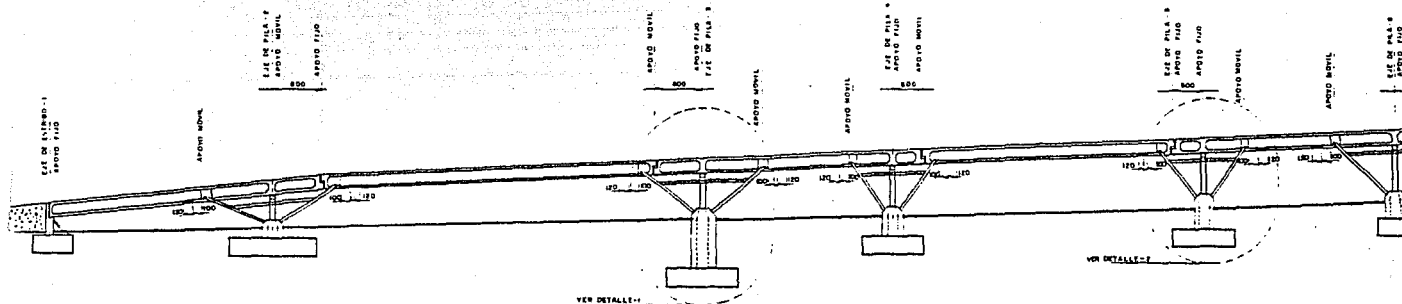


DETALLE DE BATO PLANO

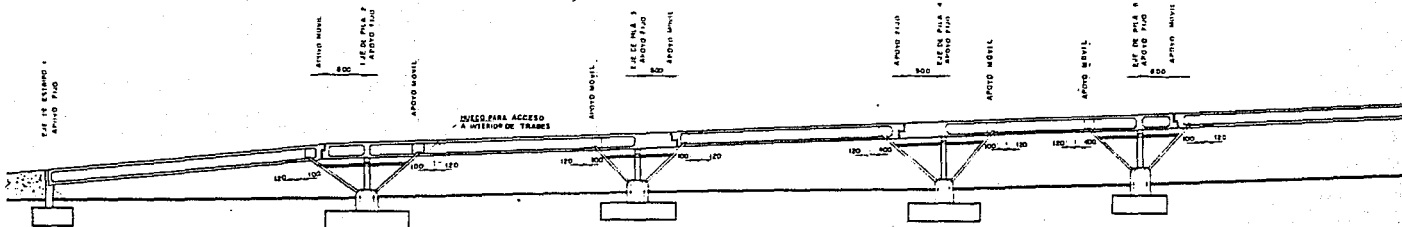
DATOS PARA DATOS PLANOS

DIAMETRO	mm	800
TAMBIEN PARA MASIVA	mm	370
SECCION MASIVA	mm	28

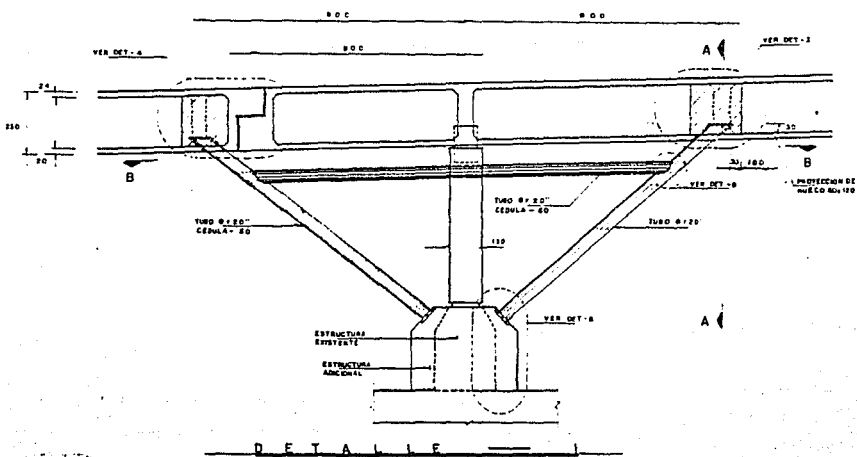
UNIVERSIDAD LA SALLE	
ALUMNO HUBERTO PORTILLO SANCHEZ	
INGENIERIA CIVIL	ESCALA 1/20 ESCALA
PROYECTO PUENTE VEHICULAR INDIORES VERDES-ACUEDUCTO	FECHA OCTUBRE 1998
PLANO CORTES Y DETALLES 2	No. PLANO 125A-003-P
USUARIO GUSTAVO A. HADERO	DESCRIPCIONES
LOCALIZACION	INDUSTRIALES NORTE-AV. ADELANTADO



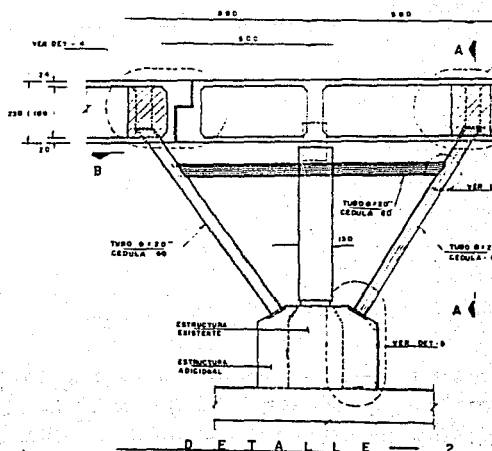
ELEVACION PUENTE ACUEDUCTO PONIENTE



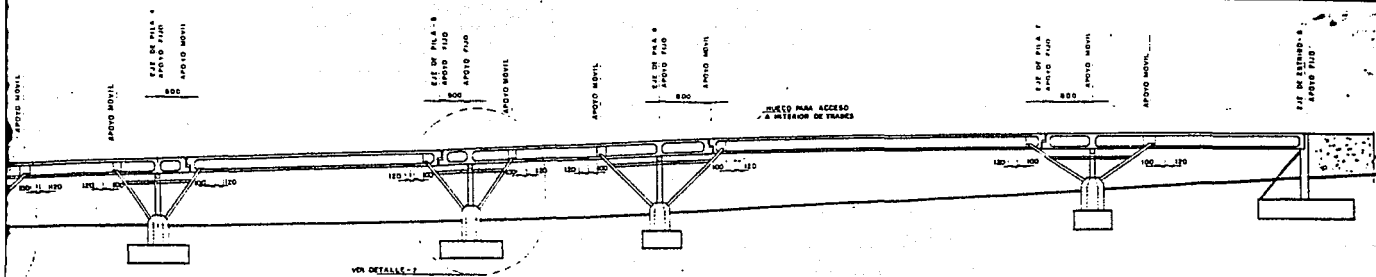
ELEVACION PUENTE ACUEDUCTO ORIENTE



DETALLE 1

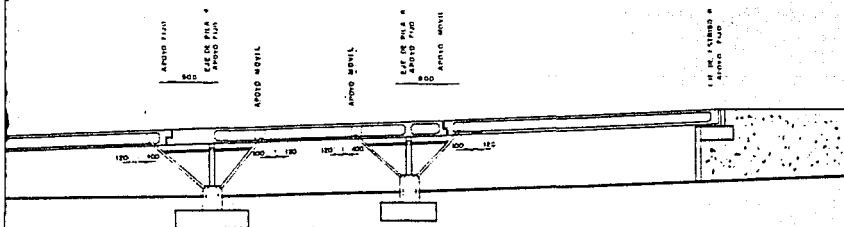


DETALLE 2

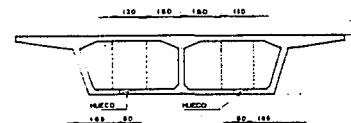


VER DETALLE - 1

N P U E N T E A C U E D U C T O P O N I E N T E



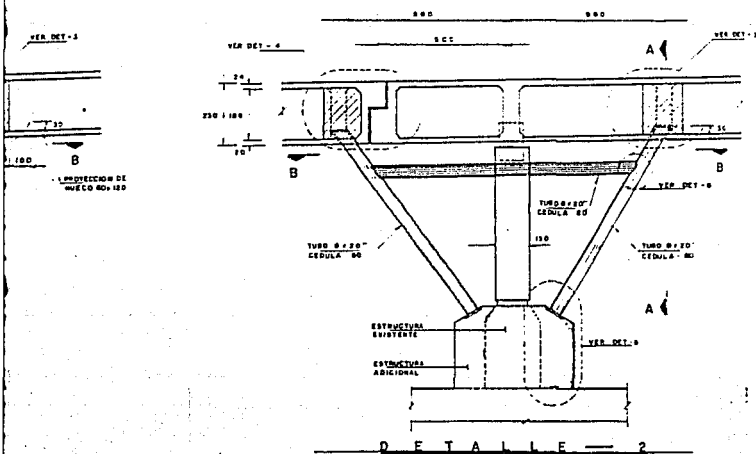
A C U E D U C T O O R I E N T E



UBICACION DE HUECOS EN SECCION TRANSVERSAL (TIPO)

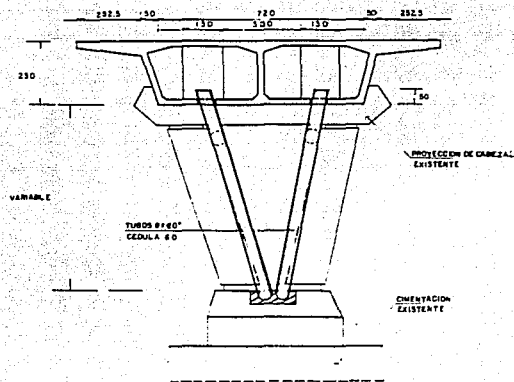
NOTAS GENERALES

- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN CENTIMETROS, EXCEPTO DONDE SE INDICUE OTRA UNIDAD.
- 2.- NIVELES INDICADOS EN METROS.
- 3.- LAS COTAS SEEN AL DIBUJO, NO TOMAR SEMERAS A ESCALA.
- 4.- TODAS LAS PARTES DE COLADO O CONSTRUCCION SEMERAS SE ARMADO PUERTO Y DEBERAN PERMANECER HUMEDAS DURANTE 28 DIAS, PREVIAS AL NUEVO COLADO, DEBENDO USAR ALAMBRE A REACCION DE CONTRATISTA.
- 5.- EL CONCRETO NUEVO SEMERAS DE 27 PERMEABLE.
- 6.- ACERO DE REFUERZO 42000 Kg/cm<sup>2</sup>.
- 7.- ACERO DE PLACAS, TUBOS Y PERFILES ESTRUCTURALES SEMERAS DE ACERO 42000 Kg/cm<sup>2</sup> Y CUMPLIR CON LA NORMA ASTM A-36.
- 8.- TAMAÑO MÁXIMO DEL ARMADO MÁXIMO 1/4".
- 9.- ARMAR AL CONCRETO ANTES DE EMPEZAR DE VOLARME A ELECCION DEL CONTRATISTA.
- 10.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON LOS PLANOS 30-RO-NE-00-001-P, 30-00-30-00-002-P.

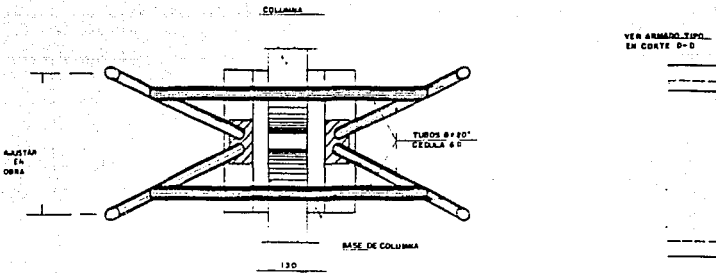


DETALLE - 2

UNIVERSIDAD LA SALLE	
ALUMNO HUBERTO PORTILLO SANCHEZ	
INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO	FLUENTE VEHICULAR INDIOS VERDES-ACUEDUCTO
PLAZO	ELEVACIONES
UBICACION	DUSTAVO A. HAZCO
LOCALIZACION	INSURGENTES NORTE-AY. ACUEDUCTO
ESCALA	50:1 ESCALA
FECHA	NOVIEMBRE 1992
Nº PLANO	15A-104-P
DESIGNACIONES	

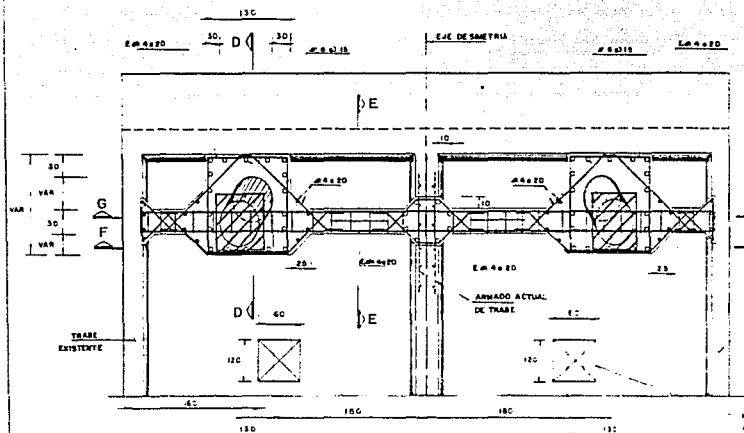


CORTE A - A

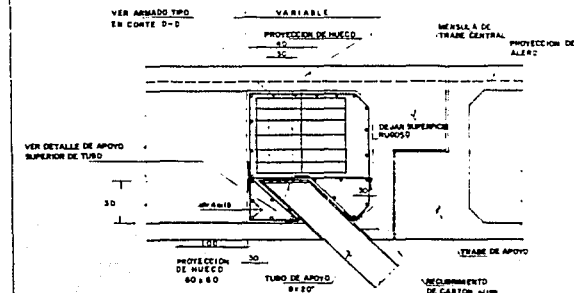


CORTE B - B

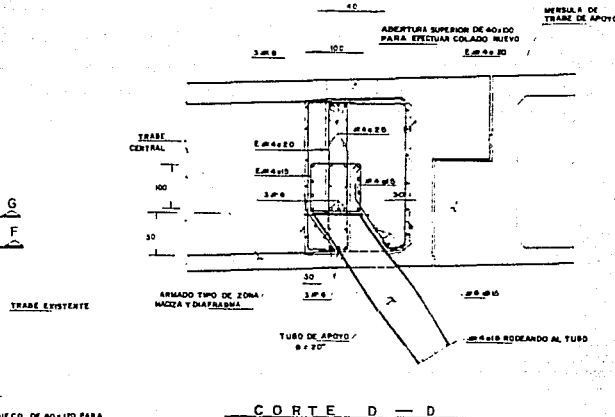
VER ARMADO TIPO EN CORTE D-D



DETALLE DE CONEXION EN TRABE (PLANTA)

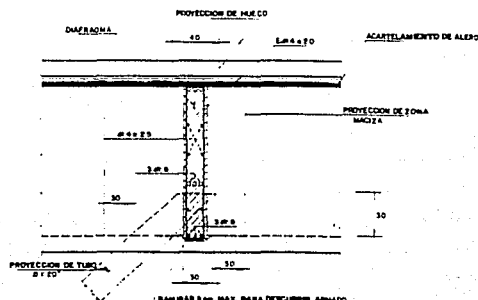


DETALLE - 4 (APOYO MOVIL)

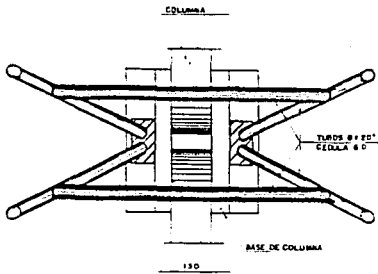


CORTE D - D

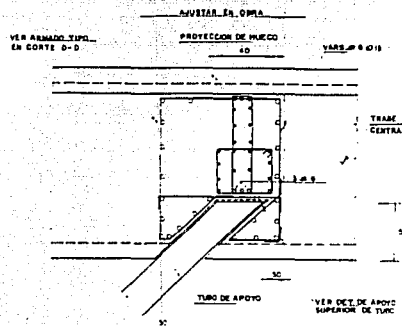
MUECO DE 40x100 PARA ACCESO A INTERIOR DE TRABES TOTAL AL HACER EL MUECO, EL ACERO QUE TENGA QUE CORTARSE, SOLO SE CORTARA EN UN EXTREMO Y SE QUELARA EL OTRO EXTREMO AL TERMINAR LOS TRABAJOS SE ENDEMBRAN PARA RECOLAR EL MUECO



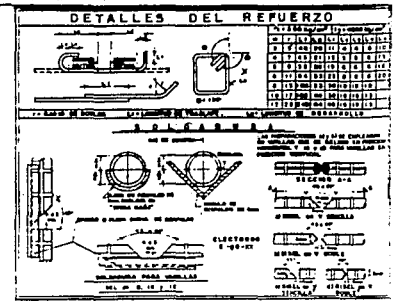
CORTE E - E



CORTE B - B

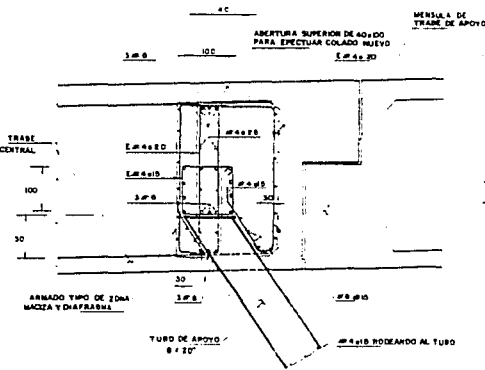


DETALLE 3  
(APOYO FIJO)

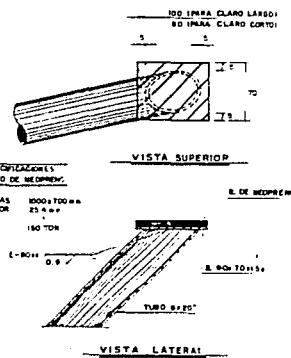


NOTAS GENERALES

- 1- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN CENTIMETROS EXCEPTO DONDE SE MENCIONE OTRA UNIDAD.
- 2- MUELDES MOCADOS EN METROS.
- 3- LAS COTAS AMBA AL DIBUJO NO TOMAR MEDIDAS A ESCALA.
- 4- TODAS LAS JUNTAS DE COLADO O CONSTRUCCION SEAN DE ACABADO NUEVO Y DEBERAN PERMANECER HUMEDAS DURANTE 24 HRS. PREVIAS AL NUEVO COLADO, DEBIENDO USAR ALGUN ADHESIVO A ELECCION DEL CONTRATISTA.
- 5- EL CONCRETO NUEVO SEARA DE 14280 Kg/m<sup>3</sup>.
- 6- ACERO DE REFUERZO 14280 Kg/m<sup>3</sup>.
- 7- ACABO DE PLACAS, TURCOS Y PERFILES ESTRUCTURALES SEARA DE ACERO 14280 Kg/m<sup>3</sup> Y CUMPLIRA CON LA NORMA ASTM A-36.
- 8- TAMAÑO MÁXIMO DEL ABREBADO BRUSO 1/2".
- 9- ADHESAR AL CONCRETO UN ADITIVO EXPANSOR DE VOLUMEN A ELECCION DEL CONTRATISTA.
- 10- CHECAR COTAS Y DIMENSIONES EN CAMPO.
- 11- LA SOLDADURA SEARA AL ARCO ELECTRICO Y SE USARAN ELECTRODOS DE LA SERIE E-7011.
- 12- ESTE PLANO ES COMPLEMENTO DE LOS PLANOS 90-401-E-ES-401-P 90-401-EC-ES-403-P

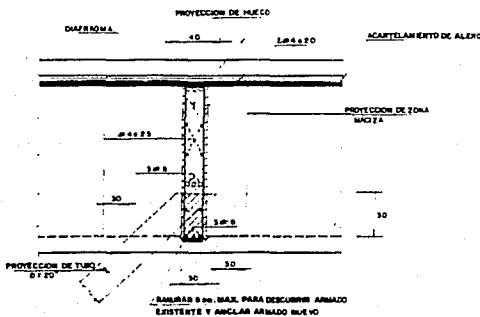


CORTE D - D



DE TALLE DE APOYO SUPERIOR DE TURO

MUERO DE 80x100, PARA ACCESO A INTERIOR DE TRASES. **NOTA:** AL HACER EL MUERO, EL ACERO QUE TENGA QUE CONTINUAR, SE LO SE CONTINUA EN UN EXTREMO Y SE QUELARA EL OTRO EXTREMO. AL TERMINAR LOS TRABAJOS SE ENGRANARAN PARA RECOLAR EL MUERO.



CORTE E - E

NOTAR EN APOYOS FIJOS, SE DEBIA ANOZAR EL TURO SIN APOYO DE MEDIDERO. EN APOYOS MOVILES SE ENVOLVERA EL TURO CON CARTON DE ESPESOR PROMEDIO DE 1cm. EN TODA LA LONGITUD QUE PENETRE EN EL APOYO, Y SOBRE LA PLACA DE ACERO SE COLOCARAN LAS PLACAS DE MEDIDERO MOCADAS.

<b>UNIVERSIDAD LA SALLE</b>	
ALUMNO <b>HUMBERTO PORTILLO SANCHEZ</b>	
<b>INGENIERIA CIVIL</b>	ESCALA SIN ESCALA
PROYECTO <b>FUENTE VEHICULAR INDIOS VERDES-ACUEDUCTO</b>	FECHA <b>NOVIEMBRE 1998</b>
PLANO <b>CORTES Y DETALLES 1</b>	Nº. PLANO <b>(L.5A-02E-P)</b>
ELABORACION <b>GUSTAVO A. NABERO</b>	OPERACIONES
LOCALIZACION <b>INSURGENTES NORTE-AV. ACUEDUCTO</b>	

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES



FOTO No. "1"

VISTA GENERAL DEL PUENTE

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES

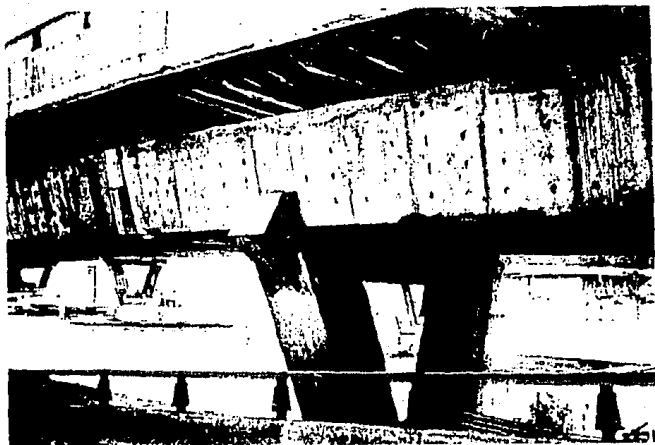


FOTO No. "2"

DETALLE DE TIPO DE APOYO



PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES

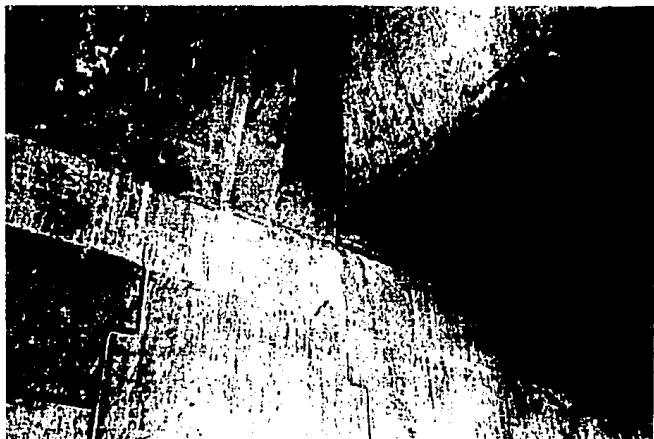


FOTO No. "3"

ESTRIBO FORMADO POR TIERRA ARMADA

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES



FOTO No. "4"

AGRIETAMIENTO A TODO LO LARGO DE LAS TRABES

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES

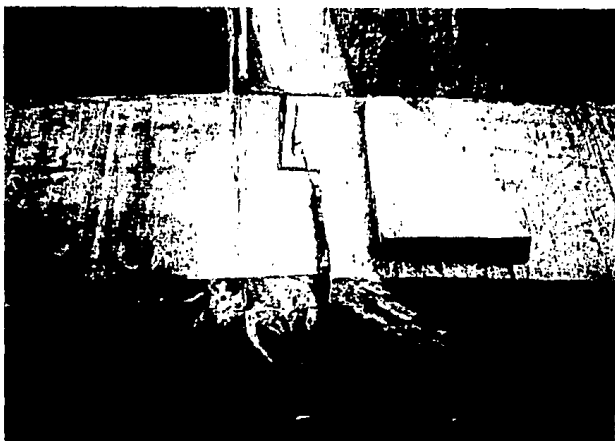


FOTO No. "5"

MENSULA DAÑADA CON GRANDES AGRIETAMIENTOS

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES

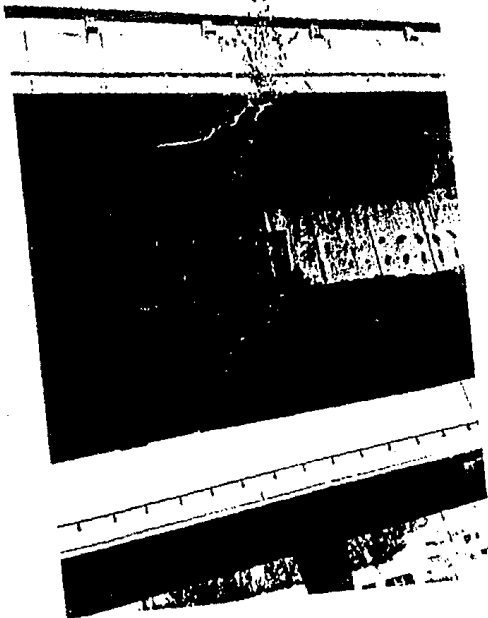


FOTO No. "6"  
NULO MANTENIMIENTO EN JUNTAS Y APOYOS DE TRABES

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES

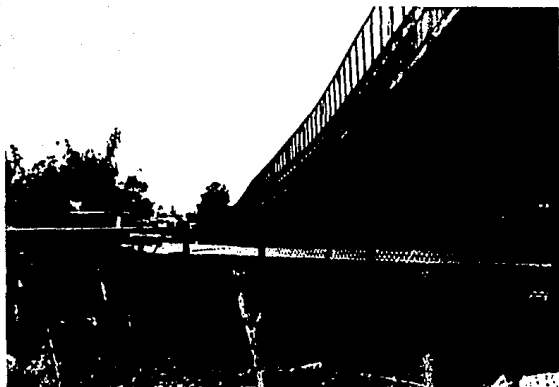


FOTO No. "7"  
DEFLEXIONES EN TRABES

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES



FOTO No. "8"

DETERIORO EN JUNTAS DE CALZADA

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES

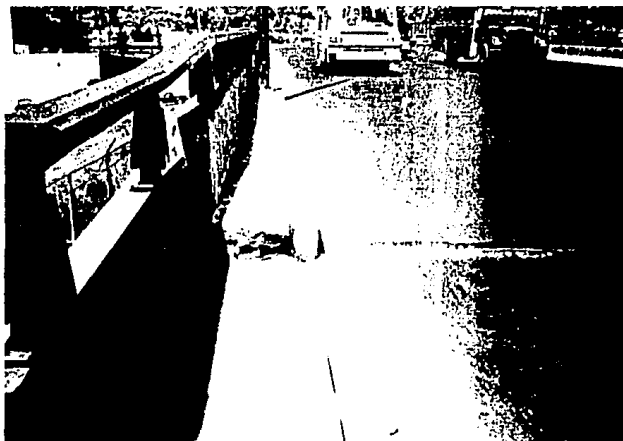


FOTO No. "9"

HUNDIMIENTO DIFERENCIAL DE ESTRIBO

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES



FOTO No. "10"

GRANDES AGRIETAMIENTOS EN MENSULA



PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES

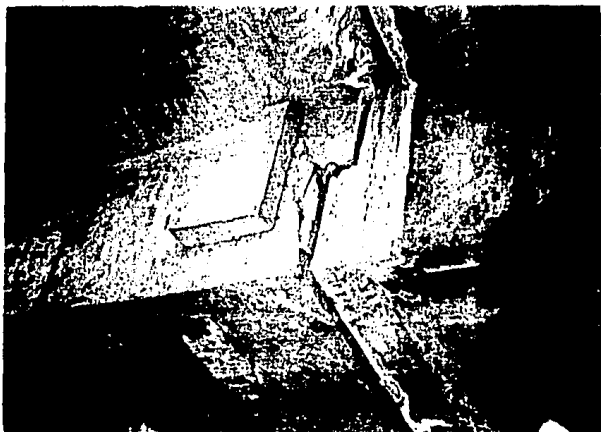


FOTO No. "11"

MENSULA CON GRANDES AGRIETAMIENTOS

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES

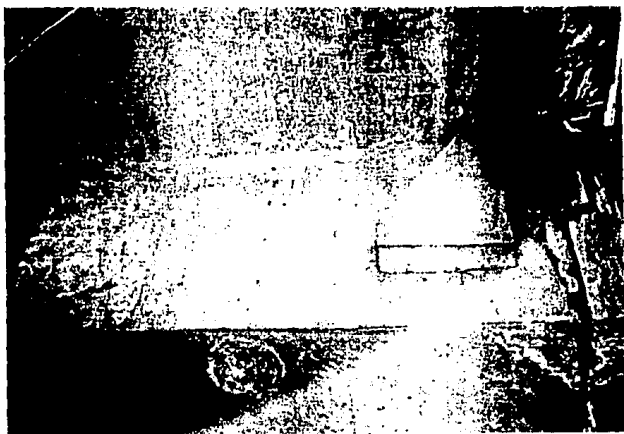


FOTO No. "12"

MENSULA CON GRANDES AGRIETAMIENTOS

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES

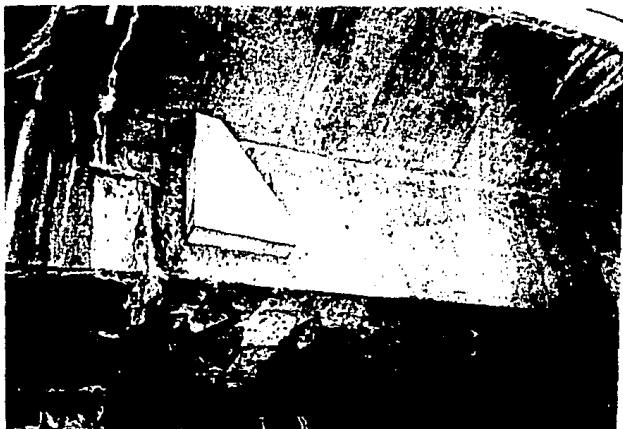


FOTO No. "13"

DAÑOS EN MENSULAS Y AGRIETAMIENTOS EN ALMAS DE TRABES

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES

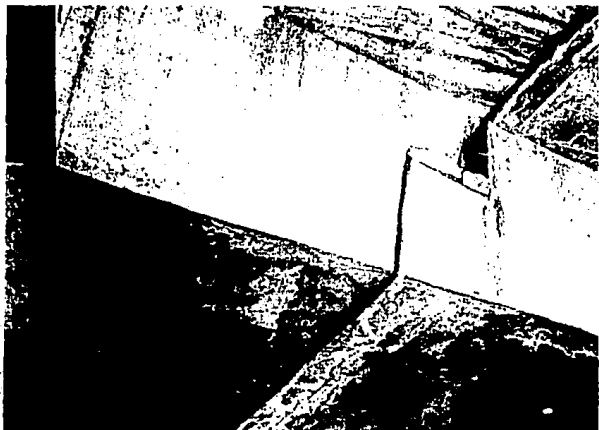


FOTO No. "14"

DAÑOS Y EXCESO DE HUMEDAD EN APOYOS

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES

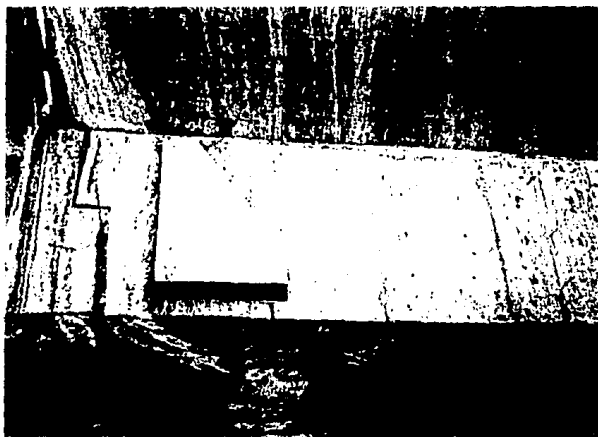


FOTO No. "15"

AGRIETAMIENTO EN MENSULA Y ALMAS DE TRABES

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES



FOTO No. "16"  
GRAVES DAÑOS EN MENSULAS

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES

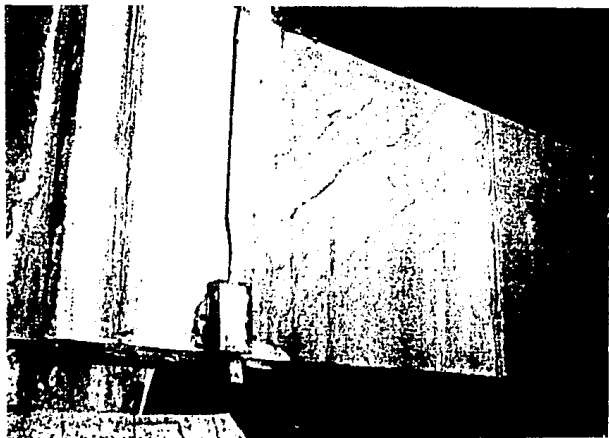


FOTO No. "17"

AGRIETAMIENTO EN EL ALMA DE LA TRABE CERCA DE LOS APOYOS

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES



FOTO NO. "18"

GRIETAS EN LAS ALMAS A TODO LO LARGO DE LA TRABE



PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES

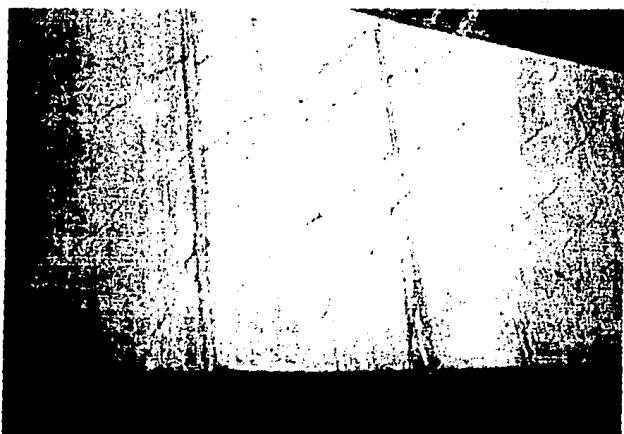


FOTO No. "19"

AGRIETAMIENTOS EN LAS ALMAS DE LA TRABE

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES



FOTO No. "20"

GRIETAS EN LOSA INFERIOR DE TRABE

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES

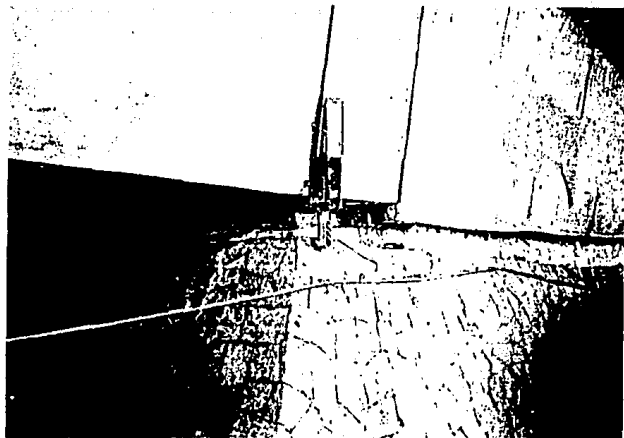


FOTO No. "21"

HUNDIMIENTO DIFERENCIAL DE ESTRIBO

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES

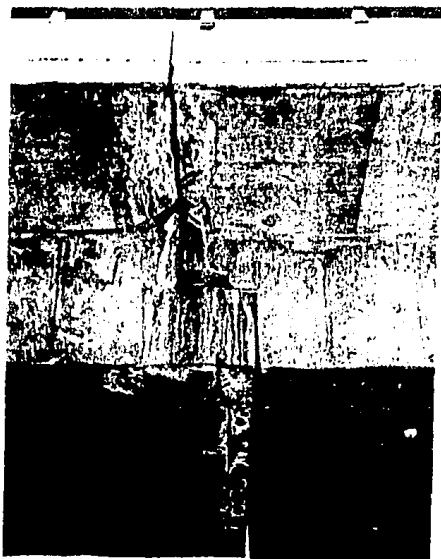


FOTO No. "22"

NULO MANTENIMIENTO DE APOYOS

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES



FOTO No. "23"

FALTA DE MANTENIMIENTO DE JUNTAS

PUENTE VEHICULAR  
ACUEDUCTO-INDIOS VERDES

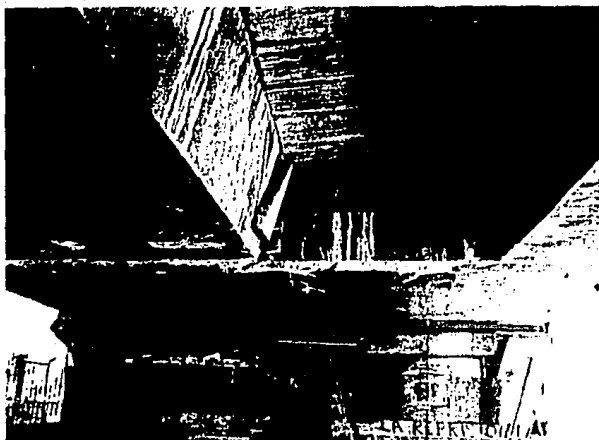


FOTO No. "24"

EXCESO DE HUMEDAD POR FILTRACIONES EN JUNTAS Y APOYOS

## INYECCION DE GRIETAS CON RESINA EPOXICA.

### MATERIALES.

- a) Mortero epóxico de resane a base de resina y cuarzo.
- b) Resina epóxica para un tiempo de fraguado inicial de 45 minutos y desarrollo de su resistencia en 36 horas máximo.
- c) Materiales de consumo.

### PROCEDIMIENTO RECOMENDABLE

Las grietas que se inyecten de deberán tener hasta 3mm. de espesor como máximo, todas las grietas a inyectar se de deberán limpiar a todo lo largo de esta, mediante equipo manual.

Posteriormente se procederá a limpiar de polvo e impurezas el interior de las grietas y sus bordes mediante aire a presión y cepillo de alambre. A continuación se aplicará el emplastecido con el mortero epóxico, el cual deberá contar con las características apropiadas en su composición como en su aplicación para garantizar el completo sellado de las grietas.

Durante el proceso de emplastecido, se dejarán las preparaciones ó salidas necesarias para la colocación de las boquillas de inyección las cuales deberán tener una separación de acuerdo con el grosor y profundidad de las grietas.

Cuando la grieta tiene bifurcaciones es muy conveniente colocar una boquilla en cada punto de separación de las grietas.

Cuando la grieta abarca todo el ancho de la pared de un elemento estructural, es recomendable colocar las boquillas en el parámetro exterior, sellandose con

emplastecido epóxico por el interior; esto se podrá llevar a cabo sólo cuando ambos lados de las caras del elemento sean accesibles ó cuando el contratista de la inyección garantice con un procedimiento alternativo el sellado de las mismas.

Antes de proceder a la inyección se deberá esperar el tiempo necesario para que el sellador ó mortero epóxico haya endurecido, de tal manera que no se desprenda durante el proceso de inyección ya que en caso de suceder así, se deberá repetir el proceso.

La inyección de la resina se hará introduciendo a presión por las boquillas la preparación epóxica teniendo una presión de inyectado de 20 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo.

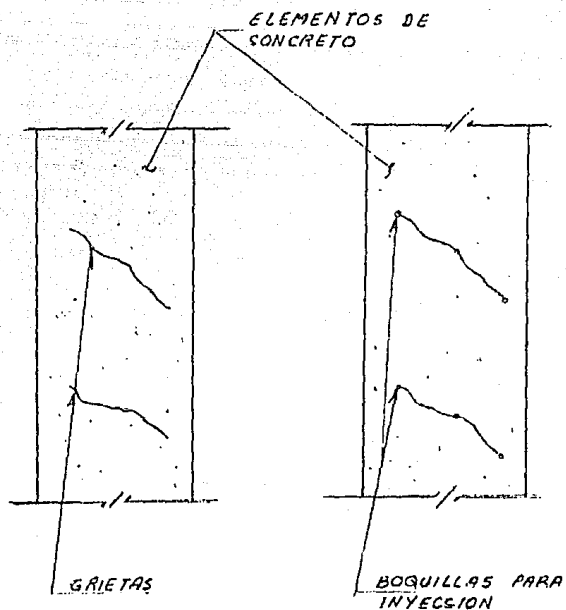
Cuando se inyecten grietas en superficies verticales, se deberá iniciar la inyección por la boquilla más baja y continuar hasta que empieza a rebosar la resina por la boquilla inmediata superior, que actúa como rebosadero y purgador de aire de la grieta, a continuación se procederá a desmontar el inyector, y taponear la boquilla inferior, para así trasladar el inyector a la boquilla rebosada repitiéndose el proceso hasta el llenado total de la grieta, para asegurar esto se deberá incrementar la presión de inyección hasta 40 kg/cm<sup>2</sup> al llegar a la última boquilla.

Debiendo garantizar que todas las grietas queden saturadas ó llenas de resina epóxica en un 90% de su volumen como mínimo.

Una vez terminada y endurecida la inyección se procederá a retirar, la capa ó costra generada por el sellado de la grieta, la cual deberá lijarse ó pulirse de tal manera que se garantice, un acabado nuevamente aparente del elemento estructural reparado, así como una tonalidad lo más semejante posible del color original del concreto utilizado en el elemento.



Las características mecánicas mínimas de la resina epóxica una vez endurecida serán de 600 kg/cm<sup>2</sup> a compresión y 250 kg/cm<sup>2</sup> a la tensión, con un tiempo de fraguado inicial normal de 45 minutos y su resistencia máxima deberá desarrollarla en 36 horas.



INYECCION DE GRIETAS  
EN ELEMENTOS DE CONCRETO



## CONCLUSIONES



En este trabajo se creó un programa y se diseñaron métodos para la inspección, evaluación y refuerzo en los puentes vehiculares de la ciudad de México, formando con esto todo un proceso que permitirá el mantenimiento periódico con personal y equipo especializado.

Esta propuesta se diseña para funcionar no sólo en la ciudad de México, sino también en toda la República Mexicana en donde existan puentes vehiculares.

Las soluciones que se proporcionan fueron investigadas y analizadas con el fin de que los métodos y los programas se complementen unos con otros.

Al analizar los programas y métodos observamos que se presenta un desafío para el desarrollo en materia de construcción y control de calidad, representando para los Ingenieros Civiles la responsabilidad y la ética que como profesionistas debemos afrontar, para cumplir con la sociedad.

El Ingeniero Civil es el responsable de la generación, creación y preservación de los bienes que requiere la sociedad.

En la ciudad de México no se ha tenido el debido interés por el mantenimiento de estas estructuras puesto que, no se tiene la economía para poder preservar y/o mantener nuestra infraestructura; ya que estas estructuras representan un factor importante en el funcionamiento de las vías de comunicación.

La problemática del daño causado en nuestra infraestructura ya existe y está por incrementarse en forma progresiva llevándonos a ser insuficientes, para tener un control sobre éstas; como se observa el problema es bastante grave en algunas estructuras pudiendo llegar al colapso, convirtiéndose así en un doble problema tanto técnico como social; para esto trataremos de utilizar nuestra técnica de mantenimiento y con mas rapidez nuestra técnica de reestructuración y refuerzo de las estructuras. Este problema se multiplicaría al entrar a la Inspección y revisión de los puentes en diferentes ciudades de la República Mexicana, pero en éstas como en la nuestra se tiene un constante y directo paso y contacto con ellos; pero qué pasa con los puentes carreteros con

los que no se está en constante contacto (tratándose de puentes de carreteras secundarias no de supercarreteras), se podría llegar a acabar nuestra infraestructura carretera y civil.

En la Ingeniería Civil de nuestro país se ha logrado una posición a la altura de las mejores del mundo, lo que nos obliga a permanecer ahí, o a mejorar esta posición en forma tenaz o persistente; esto es muy cierto, pero que pasa si descuidamos nuestra actual infraestructura nuestro progreso como país se va a ver frenado, por el exceso de reestructuración y refuerzo de nuestras obras por falta de mantenimiento, esto significa que, la Ingeniería Civil a la altura de las mejores del mundo se va a derrumbar, así que cuidado con nuestra infraestructura.

La Ingeniería Civil, ha dejado de ser una profesión técnica para convertirse en una carrera con amplio sentido social, que nos obliga a promover y realizar innovaciones, enfocadas a incrementar la productividad y generación de empleos.

Otro de los problemas que presenta nuestro país es el del crecimiento demográfico, el cual se refleja en la demanda de más empleos, en la demanda de más habitaciones y en la demanda de más obras viales para su comunicación, el esfuerzo es grande y en el debemos estar presentes los Ingenieros civiles en la planeación, construcción, mantenimiento y operación de las obras que reflejan en la modernización de nuestro país.



**BIBLIOGRAFIA**





- 1.-González Cuevas, Oscar M. / Robles F.V., Francisco.  
ASPECTOS FUNDAMENTALES DEL CONCRETO REFORZADO.  
Editorial Limusa.  
Segunda Edición. México, 1986.
- 2.-White / Minor / Derucher / Heins.  
BRIDGE MAINTENANCE, INSPECTION AND EVALUATION.  
Editorial Drikker.
- 3.-Wittroff.  
PUENTES, EJEMPLOS INTERNACIONALES.  
Editorial Gustavo Gil.  
España, 1987.
- 4.-BASES Y CRITERIOS DE REMUNERACION PARA LOS INGENIEROS CIVILES.  
Colegio de Ingenieros Civiles de México, A. C.  
Tomo I.
- 5.-CONCRETE BOX - GIRDER BRIDGES.  
Iowa St. University Press and ACI.
- 6.-GUIDE FOR REPAIR OF CONCRETE BRIDGE SUPERSTRUCTURES.  
Reported 1R-80. Comité 546 ACI.
- 7.-REVISTA INGENIERIA CIVIL No. 274.  
Colegio de Ingenieros Civiles de México.  
Editorial Obsidiana.  
México, 1991.
- 8.-MANUAL DEL INGENIERO CIVIL.  
Merrit, Friederick S. Tomos I, II.  
Editorial Mc. Graw Hill.  
México, 1988.

**9.-REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO  
FEDERAL.**

Editorial Porrúa.  
México, 1988.

**10.-ROUTINE MAINTENANCE OF CONCRETE BRIDGES.**

Reported 1R-83.  
Comite 345 ACE.

**11.-STRENGTH EVALUATION OF EXISTING CONCRETE BRIDGES.  
LIV SP88 ACI.**

**12.-THE AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND  
TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO).**