



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA CIVIL

ANALISIS EN LA EVALUCION DE PUENTES CARRETEROS

T E S I N A

PARA OBTENER EL GRADO DE:

ESPECIALISTA EN CONSTRUCCION

PRESENTA:

ING. CARLOS AGUILAR HERNANDEZ

DIRECTOR DE TESINA: **ING. ALEJANDRO PONCE SERRANO**

MÉXICO, D.F.

OCTUBRE 2013

ANALISIS EN LA EVALUACION DE PUENTES CARRETEROS

CARLOS AGUILAR HERNANDEZ

ANALISIS EN LA EVALUACION DE PUENTES CARRETEROS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUCCION..... | 4 |
| 1.- PUENTES CARRETEROS | 5 |
| 1.1 Definición de puente | 6 |
| 1.2 Clasificaciones | 7 |
| 1.3 Requerimientos para puentes | 8 |
| 1.4 Causas de Deterioro de Puentes | 12 |
| 2.-MATERIALES DE CONSTRUCCION PARA PUENTES CARRETEROS..... | 14 |
| 2.1 Mampostería | 15 |
| 2.2 Acero | 16 |
| 2.3 Concreto | 17 |
| 2.3.1 Concreto Reforzado | 17 |
| 2.3.2 Concreto Presforzado | 17 |
| 3.-EVALUACION DE PUENTES CARRETEROS | 23 |
| 3.1 Evaluación | 24 |
| 3.2 Tipos de inspección..... | 24 |
| 3.3 Medios y requisitos para llevar a cabo una inspección | 28 |
| 3.4 Equipo de inspección | 30 |
| 3.5 Procedimientos de inspección | 32 |
| 3.6 Dictamen de Evaluación | 36 |
| 3.7 Criterios de comparación | 45 |
| ANEXO A | |
| Ejemplo de Reporte de Inspección de Puentes CAPUFE | 51 |
| Autopista La Tinaja – Coloseacaque. Tramo la Tinaja – La Isla. Puente Coyoluca Cuerpo A | |
| ANEXO B | |
| Ejemplo de Reporte Fotográfico | 64 |
| Autopista La Tinaja – Coloseacaque. Tramo la Tinaja – La Isla. Puente Coyoluca Cuerpo A | |
| CONCLUSIONES..... | 90 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 93 |

INTRODUCCION

Un puente es una estructura destinada a salvar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos o brazos de mar; y obstáculos artificiales, como vías férreas o carreteras, con el fin de unir caminos de viajeros, animales y mercancías. La infraestructura de un puente está formada por los estribos o pilares extremos, las pilas o apoyos centrales y los cimientos, que forman la base de ambos. La superestructura consiste en el tablero o parte que soporta directamente las cargas y las armaduras, constituidas por vigas, cables, o bóvedas y arcos que transmiten las cargas del tablero a las pilas y los estribos. Los puentes son tan antiguos como la civilización misma, desde el momento que alguien cruzó el tronco de árbol para cruzar una zanja o un río empezó su historia.

La aparición de nuevos materiales de construcción, principalmente el acero, dio paso a un replanteamiento de la situación. La teoría de estructuras elaboró los modelos de cálculo para la comprobación de los diseños cada vez más atrevidos de los ingenieros, como arcos y armaduras para salvar grandes claros. El ferrocarril, como nuevo medio de transporte y como uno de los pilares fundamentales del mundo moderno, vino a acelerar todavía más el desarrollo de los puentes cada vez más grandes, de diseño más elaborado y con técnicas de construcción cada vez más desarrolladas y avanzadas. Ya en el siglo XX el concreto armado y más tarde el concreto presforzado contribuyeron todavía más al desarrollo de esta técnica, abaratando costos, facilitando técnicas, y en definitiva "popularizando" su construcción.

La infraestructura de un país y su desarrollo constituyen la plataforma más importante para su crecimiento económico. En este contexto la infraestructura que permite la comunicación por vía terrestre, se ha convertido en un elemento de gran trascendencia de integración nacional, al permitir el desplazamiento de su población a lo largo del territorio nacional y al poner en contacto a productores, distribuidores y consumidores para hacer realidad la actividad económica.

En la actualidad, el sistema carretero nacional alcanza los 240 000 Km. de longitud, de los que destacan por su importancia 46 000 Km., que conforman la Red Federal Carretera. Dentro de este sistema, se cuenta con 6500 puentes, con mas de 6 m y que en total conforman aproximadamente 200 Km.

El objetivo general de este trabajo es exponer y analizar las etapas previas de la conservación de puentes carreteros (supervisión, inspección y evaluación), con la finalidad de proponer una guía práctica, analizando los recursos para la inspección, los métodos de evaluación, en el proceso de la conservación de puentes carreteros en México.

CAPITULO 1

PUENTES CARRETEROS

1.- PUENTES CARRETEROS

1.1. Definición de puente

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

La infraestructura de un puente está formada por los estribos o pilares extremos, las pilas o apoyos centrales y los cimientos, que forman la base de ambos. La superestructura consiste en el tablero o parte que soporta directamente las cargas y las armaduras, constituidas por vigas, cables, bóvedas y arcos que transmiten las cargas del tablero a las pilas y los estribos.

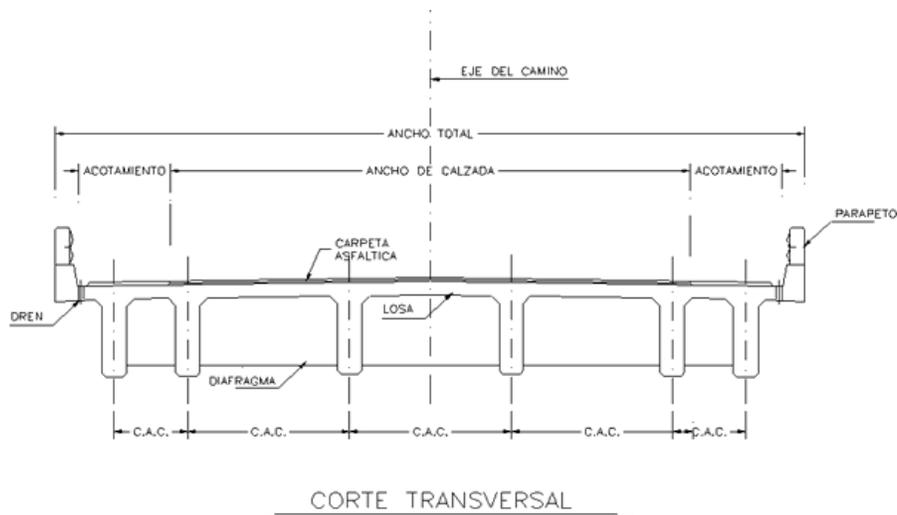
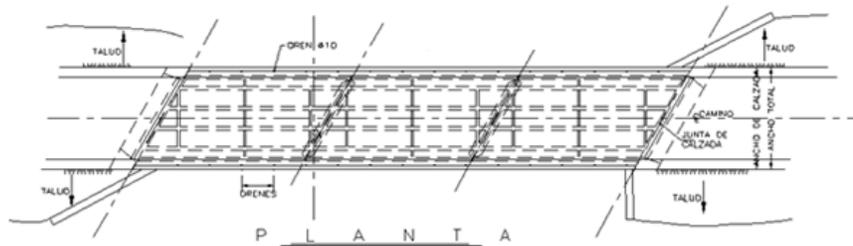
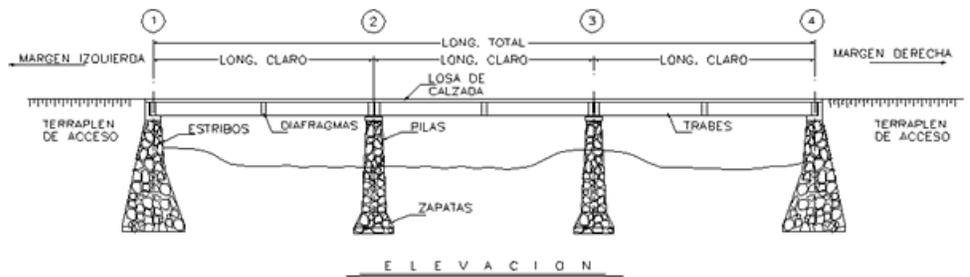
Para designar su función se dirá: puente para carretera, puente para ferrocarril, puente móvil.

Un puente se divide en tramos, separados por las pilas y que terminan en los estribos.

Las partes que forman un puente son:

- Elementos portantes (Generalmente vigas).
- Diafragmas.
- Sistemas de piso (Losas).
- Pilas y estribos.
- Sistemas de apoyo.
- Pilotes.
- Zapatas de cimentación.
- Pilastrones.
- Juntas de dilatación.
- Sistemas de drenaje.
- Parapetos.
- Señalizaciones

A continuación se ilustra las partes que conforman un puente:



1.2 Clasificaciones

A los puentes los podemos clasificar según su función y utilización, materiales de construcción y tipo de estructura.

A los puentes según su función y utilización se les puede clasificar en:

- Puentes peatonales.
- Puentes, viaductos o pasos carreteros.

- Puentes, viaductos o pasos ferroviarios.

Según sus materiales de construcción, los puentes podrán ser de:

- Madera.
- Mampostería.
- Acero Estructural.
- Concreto Armado.
- Concreto Presforzado.

Dependiendo del tipo de estructura, los puentes podrán ser de:

- Librementemente Apoyados.
- Tramos continuos.
- Arcos.
- Atirantados.
- Colgantes.
- Doble Voladizos

1.3. Requerimientos para puentes

Espaciamiento entre Apoyos.

Las pilas de un puente deben ubicarse de acuerdo con los requerimientos de la navegación y de manera que produzcan la mínima obstrucción a la corriente. En general, deben colocarse paralelamente a la dirección de la misma en épocas de lluvias. Así mismo, para dar paso a los materiales de arrastre y a los hielos, los claros del puente y el espacio libre vertical deberán tener la amplitud adecuada, de acuerdo con el tipo de pila, y en caso necesario emplear desviadores de materiales de arrastre.

Ancho de Calzadas y Banquetas.

El ancho de la calzada será el ancho libre entre las partes inferiores de las guarniciones medido normalmente al eje longitudinal del puente, si las guarniciones no existen el ancho libre será la distancia mínima entre las cara interiores del parapeto del puente.

La cara de la guarnición se define como el paramento interior, vertical o inclinado de la propia guarnición. Las dimensiones horizontales del ancho de la calzada y de la guarnición se toman desde la base del paño inferior, si se trata de guarniciones escalonadas. El ancho máximo de las guarniciones redondeadas será de 0.23 m.

En los tramos de acceso con guarnición y cuneta, ya sea en uno o en ambos extremos del puente, la altura de la guarnición del puente debe coincidir con la de acceso, o ser, preferentemente, mayor. Cuando no se asignen guarniciones en el acceso, la altura de la guarnición en el puente no será menor de 0.20 m y de preferencia no mayor de 0.25 m. Cuando se requieran banquetas para el tránsito de

peatones en las vías rápidas urbanas, deberán aislarse de la calzada del puente por medio de parapetos.

Parapetos de Concreto y Metálicos.

Deberán instalarse parapetos a ambos lados de la estructura del puente para protección tanto del tránsito como de los peatones, cuando existan banquetas. En los puentes que no pertenezcan a vías rápidas urbanas y que dispongan de banquetas adyacentes a las calzadas, deberá instalarse entre estas dos el parapeto o barrera para calzada, además de un parapeto para banqueta en el lado exterior.

A) Parapetos para calzada.- Aunque el propósito principal de los parapetos para calzada es controlar el tránsito que circula por la estructura, deben tomarse en cuenta otros factores, como son la protección de los ocupantes del vehículo en caso de colisión, a los peatones que circulan en el puente, además de la buena apariencia y la suficiente visibilidad para los vehículos que lo transiten.

Los materiales empleados en los parapetos para calzada serán: concreto, acero o una combinación de ellos. La altura del parapeto para calzada no será menor de 0.69 m, medida desde la corona de la calzada o guarnición al remate superior del parapeto.

B) Parapetos para banquetas.- Los elementos de estos parapetos se calcularán de acuerdo con el tipo y volumen del tránsito de peatones calculado en el proyecto, tomando en cuenta la buena apariencia, la seguridad y la suficiente visibilidad por parte de los conductores.

Los materiales empleados en estos parapetos serán: concreto, acero o una combinación de estos materiales. La altura mínima será de 0.91 m (preferentemente 1.07 m.), medida desde la superficie de la banqueta hasta el remate del barrote superior del parapeto.

Drenaje de la Calzada.

El drenaje transversal se efectuara por medio del bombeo que se da a la carpeta, y el drenaje longitudinal, por medio de la contraflecha del claro, o bien por la pendiente de la rasante. El agua que se drene por las cunetas del camino debe desviarse, no permitiendo, de ninguna manera, que fluya sobre el puente. Los puentes cortos, de un solo claro, particularmente pasos superiores, pueden construirse sin drenes, efectuándose el drenaje de la calzada del puente mediante conductos abiertos o cerrados colocados en los extremos de la estructura. El drenaje longitudinal de los puentes largos se realiza por medio de drenes o coladeras de dimensiones y en número suficiente para desalojar debidamente la cuneta. La disposición de los drenes del puente se hará en forma tal que el agua no descargue sobre ningún elemento de la estructura, para evitar su erosión en dicho sitio. Cuando se requieran bajadas, serán rígidas y de material resistente a la corrosión.

Cargas de los Puentes.

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

- Carga muerta
- Carga viva
- Impacto o efecto dinámico de la carga viva.
- Cargas por viento

Otras fuerzas, cuando existan, tales como:

- Fuerzas longitudinales
- Fuerza centrífuga.
- Fuerzas por cambios de temperatura.
- Empujes de tierra.
- Subpresión.
- Esfuerzos por contracción del concreto.
- Esfuerzos de erección.
- Presión de la corriente de agua.
- Esfuerzos por sismo.

Los miembros del puente se proyectaran tomando en cuenta los esfuerzos permisibles y las limitaciones del material empleado de acuerdo con las especificaciones AASHTO. Cuando las condiciones del proyecto así lo requieran, se registrara el orden sucesivo de los colados de concreto en los planos o bien en las especificaciones complementarias.

Carga Muerta

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

Cuando al construir el puente, se coloque sobre la carpeta una capa adicional para desgaste, cuando se piense ponerla en el futuro, deberá tomarse en cuenta al calcular la carga muerta.

Por lo regular al calcularse la carga muerta se consideran los siguientes pesos volumétricos:

- Hierro fundido 7,800 Kg/m³
- Aleaciones de aluminio 2,800 Kg/m³
- Madera (Tratada o sin tratar) 800 Kg/m³
- Acero estructural..... 7,850 Kg/m³
- Concreto simple 2,300 Kg/m³
- Concreto reforzado 2,400 Kg/m³
- Arena, tierra, grava o balasto compactados 1,920 Kg/m³
- Arena, tierra o grava sueltas 1,600 Kg/m³
- Macadam o grava compactadas con aplanadora 2,240 Kg/m³
- Relleno de escorias 960 Kg/m³
- Pavimento (excluyendo adoquinado de madera) 2,300 Kg/m³
- Vía de FF.CC. (riel, guardariel, accesorios de vía) 3,200 Kg/m³
- Mampostería 2,720 Kg/m³
- Tablón asfáltico de 2.5 cm de espesor 22 Kg/m²

Carga Viva

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

Impacto

En las estructuras comprendidas en el grupo A subsiguiente, los esfuerzos por carga viva producidos por las cargas H y HS deberán incrementarse en la cantidad que aquí se indica, por los efectos dinámico, vibratorio y de impacto. La clasificación de las cargas del camión estándar está compuesta por cargas tipo H que corresponden a camiones de dos ejes, y las HS que indican dos ejes tractores con semi remolque de un solo eje.

El impacto no deberá aplicarse a los elementos del grupo B.

GRUPO A.

1) Superestructura, incluyendo columnas de acero o de concreto, torres de acero, columnas de marcos rígidos, y en general, aquellas partes de la estructura que se prolonguen hasta la cimentación principal.

2) La parte de los pilotes de concreto o de acero que sobresalgan del nivel del terreno y que se hallen rígidamente conectados a la superestructura, ya sea formando marcos rígidos o como parte de la estructura misma.

GRUPO B.

- 1) Estribos, muros de contención, pilas, pilotes (exceptuando lo especificado en el grupo A 2).
- 2) Cimentaciones y presiones en las cimentaciones.
- 3) Estructuras de madera.
- 4) Cargas para banquetas.
- 5) Alcantarillas y estructuras que tengan un colchón de tierra de 0.91 m de espesor o mayor.

Fuerzas Longitudinales.

Deberá considerarse el efecto de una fuerza longitudinal del 5% de la carga viva en todos los carriles destinados al tránsito en una misma dirección. En aquellos puentes donde se considere puedan llegar a ser en el futuro de una sola dirección, deberán considerarse cargados todos sus carriles.

1.4. Causas de deterioro de Puentes

El deterioro causado por los agentes naturales es común a todas las obras de la ingeniería civil y es el resultado de un proceso mediante el cual la naturaleza trata de revertir el procedimiento artificial de elaboración de los materiales de construcción y llevarlos nuevamente a su estado original. De esta manera, el concreto, roca artificial formada por agregados pétreos unidos con cemento y agua, por efecto de los cambios de temperatura, el intemperismo y otros agentes, se agrieta y se desconcha y tiende otra vez a convertirse en arena, grava y cemento separados. Así mismo, el acero, formado por hierro con un pequeño agregado de carbono, es un material artificial inexistente en la naturaleza, que por efecto de la oxidación tiende a convertirse en un material más estable.

Por lo que se refiere a las cargas rodantes, el desarrollo tecnológico ha propiciado la aparición de vehículos cada vez más pesados en respuesta a la demanda de los transportistas que encuentran más lucrativa la operación de vehículos de mayor peso, por otra parte, el desarrollo económico se ha reflejado en un notable incremento del parque vehicular. Esta situación explica los daños en las estructuras de pavimentos y puentes, causados por el aumento de las sollicitaciones mecánicas al aumentar el peso de las cargas rodantes y por la disminución de resistencia por efecto de la fatiga estructural ocasionada por la frecuencia en la aplicación de esas cargas. Por estas razones, las entidades responsables de la operación de redes carreteras deben considerar la conservación de los puentes como una parte obligada de su quehacer a fin de mantener los niveles adecuados de seguridad y servicio de las estructuras. Desafortunadamente, existe un considerable rezago en la conservación de los puentes que se traduce en un deterioro creciente de su estado físico. Entre las razones que explican, pero no justifican este rezago, pueden señalarse las siguientes:

- Escasez de recursos. La crisis económica en la que se ve inmerso nuestro país, motiva a un considerable descenso del gasto público y una minimización de recursos disponibles para llevar a cabo

la conservación. Por el contrario la crisis debe ser motivo para conservar con mayor esmero la infraestructura existente ya que, de destruirse, sería imposible restituirla por la escasez de recursos.

- Preferencia a la estructura térrea. Los limitados recursos asignados a la conservación de la red se han canalizado en el pasado fundamentalmente a la atención de la estructura térrea (tercerías y pavimentos), debido a que los materiales que la conforman son más vulnerables que los predominantes en los puentes, lo que motiva daños más extensos y más frecuentes. Los materiales de los puentes son ciertamente más durables, pero no son eternos y su falta de conservación puede destruirlos, ocasionando pérdidas económicas cuantiosas e interrupciones más prolongadas del tránsito que con los pavimentos.

- Impopularidad de la conservación. El crecimiento demográfico, el acceso de grupos cada vez mayores a mejores niveles de vida y la urbanización creciente generan una gran demanda de diversas obras nuevas de infraestructura, ante las cuales la conservación de las obras ya existentes resulta una tarea poco atractiva para la sociedad y sus dirigentes y queda, por tanto, en desventaja en la asignación de recursos.

- Carencia de cultura de conservación. En una sociedad subdesarrollada existe poca conciencia sobre la necesidad de conservar las obras, tanto públicas como privadas. Puede decirse que un índice del desarrollo de una nación podría obtenerse en función de la proporción de recursos asignados a la conservación respecto al gasto total en construcción.

Aun cuando por su longitud, los puentes representan una porción pequeña de la red, constituyen eslabones vitales que garantizan la continuidad del funcionamiento de toda la red. Su colapso ocasiona, frecuentemente, pérdidas de vidas y cuantiosas pérdidas económicas, tanto por la obra destruida como por la interrupción o demora de la operación. Por estas razones, conservarlos es una necesidad esencial.

CAPITULO 2

MATERIALES DE CONSTRUCCION PARA PUENTES CARRETEROS

CAPITULO 2.- MATERIALES DE CONSTRUCCION PARA PUENTES CARRETEROS.

El concepto de calidad total o calidad integral se requiere para que las obras cumplan óptimamente para el fin que fueron diseñadas dentro de los parámetros de servicio y funcionalidad. La calidad total o calidad integral debe servir para la prevención y no la corrección.

Con el fin de cumplir con el proyecto, y este tenga una calidad total, se utilizan, por lo general, tres tipos de especificaciones para un proyecto: de proyecto, de materiales y de diseño.

Las especificaciones de proyecto, junto con los planos, suministra a los contratistas información completa referente a los requisitos precisos establecidos por el propietario y el ingeniero para la estructura terminada.

Las especificaciones de materiales son establecidas principalmente de copias de la Sociedad Americana para ensaye de Materiales (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS), ASTM, y varias oficinas locales o estatales.

Las especificaciones de diseño son preparadas por asociaciones gubernamentales y profesionales que dictan el criterio mínimo aceptable para diseño. NORMAS DE SCT, ACI, RCDF, ASTM, NOM, ESPECIFICACIONES DE PROYECTO, etc.

Aunque una obra se apegue a los estándares del proyecto en cuanto a la resistencia, compacidad, relación a/c, curado y recubrimientos, y estos sean logrados satisfactoriamente; solo se garantiza que la velocidad de degradación no será muy rápida, pero en ningún caso que la durabilidad del concreto armado no será indefinida.

Si nos atenemos al material principal con el que se ha construido el tablero podemos clasificar los puentes en:

- Prefabricados.
- Metálicos.
- Concreto armado o presforzado.

Tipos de piezas.- Las piezas que se usan en elementos estructurales de mampostería deberán cumplir los requisitos mínimos de calidad especificados por la Dirección General de Normas de la SIC para el tipo de rocas que se va a emplear.

2.1. Mampostería

La resistencia de la mampostería depende principalmente de la resistencia de la pieza y en menor grado de la del mortero, es por tanto, importante, utilizar piezas sanas, por la falta de métodos de ensayo. La resistencia a la compresión de las piedras varia desde 100 Kg/cm² (areniscas suaves hasta mas de

2000 Kg/cm²(granitos y basaltos). Se permiten en la mampostería de piedras naturales morteros de menor calidad que para mampostería de piedras artificiales.

2.2. Acero

Ventajas del acero como material estructural:

Alta resistencia.- La alta resistencia del acero por unidad de peso implica que será poco el peso de las estructuras, esto es de gran importancia en puentes de grandes claros.

Uniformidad.- Las propiedades del acero no cambian apreciablemente con el tiempo como es el caso de las estructuras de concreto reforzado.

Durabilidad.- Si el mantenimiento de las estructuras de acero es adecuado duraran indefinidamente.

Ductilidad.- La ductilidad es la propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión. La naturaleza dúctil de los aceros estructurales comunes les permite fluir localmente, evitando así fallas prematuras.

Tenacidad.- Los aceros estructurales son tenaces, es decir, poseen resistencia y ductilidad. La propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades se denomina tenacidad.

Otras ventajas importantes del acero estructural son:

- A) Gran facilidad para unir diversos miembros por medio de varios tipos de conectores como son la soldadura, los tornillos y los remaches.
- B) Posibilidad de prefabricar los miembros de una estructura.
- C) Rapidez de montaje.
- D) Gran capacidad de laminarse y en gran cantidad de tamaños y formas.
- E) Resistencia a la fatiga.
- F) Posible re uso después de desmontar una estructura.
- G) Posibilidad de venderlo como "chatarra".

Desventajas del acero como material estructural:

Costo de mantenimiento.- La mayor parte de los aceros son susceptibles a la corrosión al estar expuestos al agua y al aire y, por consiguiente, deben pintarse periódicamente.

Costo de la protección contra el fuego.- Aunque algunos miembros estructurales son incombustibles, sus resistencias se reducen considerablemente durante los incendios.

Susceptibilidad al pandeo.- Entre más largos y esbeltos sean los miembros a compresión, mayor es el peligro de pandeo. Como se indico previamente, el acero tiene una alta resistencia por unidad de peso,

pero al utilizarse como columnas no resulta muy económico ya que debe usarse bastante material, solo para hacer más rígidas las columnas contra el posible pandeo.

NOTA: El acero estructural puede laminarse en forma económica en una gran variedad de formas y tamaños sin cambios apreciables en sus propiedades físicas. Generalmente los miembros estructurales más convenientes son aquellos con grandes momentos de inercia en relación con sus áreas. Los perfiles I, T y [tienen esta propiedad

2.3. Concreto

2.3.1 Concreto Reforzado

Además de los aspectos funcionales y económicos especiales del concreto como material de construcción de puentes, ciertas propiedades mecánicas y físicas son importantes con respecto a la aplicación y el comportamiento del concreto.

Las varillas para el refuerzo de estructuras de concreto reforzado, se fabrican en forma tal de cumplir con los requisitos de las siguientes Especificaciones ASTM: A-615 "Varillas de Acero de Lingotes Corrugadas y Lisas Para Concreto Reforzado", A-616 "Varillas de Acero de Riel Relaminado Corrugadas y Lisas para Refuerzo de Concreto", o la A-617 "Varillas de Acero de Eje Corrugado y Lisas Para concreto Reforzado".

Las varillas se pueden conseguir en diámetros nominales que van desde $\frac{3}{8}$ de pulg. hasta $1\frac{3}{8}$ de pulg., con incrementos de $\frac{1}{8}$ de pulg., y también en dos tamaños más grandes de más a menos $1\frac{3}{4}$ y $2\frac{1}{4}$ de pulg.

Es importante que entre el acero de refuerzo exista adherencia suficientemente resistente entre los dos materiales. Esta adherencia proviene de la rugosidad natural de las corrugaciones poco espaciadas en la superficie de las varillas. Las varillas se pueden conseguir den diferentes resistencias. Los grados 40, 50 y 60 tienen resistencias mínimas especificadas para la fluencia de 276, 345 y 414 N/mm² respectivamente. La tendencia actual es hacia el uso de varillas del grado 60.

2.3.2 Concreto Presforzado

El Presfuerzo puede definirse en términos generales como el precargado de una estructura, antes de la aplicación de las cargas de diseño requeridas, hecho en forma tal que mejore su comportamiento general.

Una de las mejores definiciones del concreto presforzado es la del Comité de Concreto Presforzado del ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE), que dice:

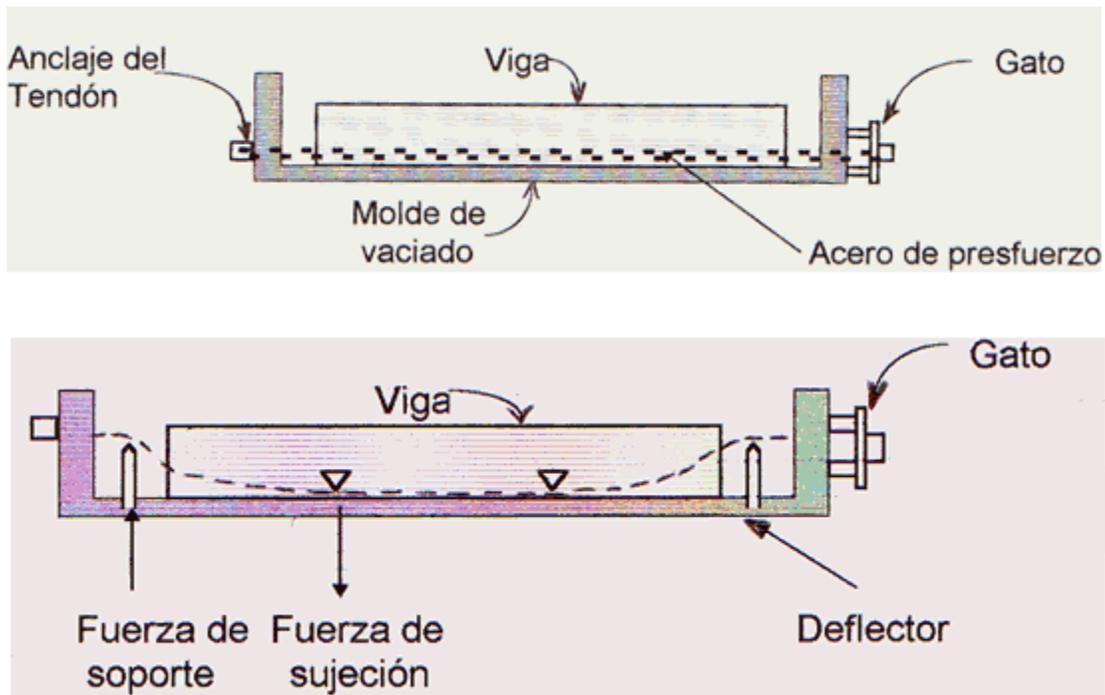
Concreto presforzado: Concreto en el cual han sido introducidos esfuerzos internos de tal magnitud y distribución que los esfuerzos resultantes de las cargas externas dadas se equilibran hasta un grado

deseado. En el concreto presforzado existen dos categorías: pretensado o postensado. Los miembros del concreto pretensado presforzado se producen restirando o tensando los tendones entre anclajes externos antes de vaciar el concreto y al endurecerse el concreto fresco, se adhiere al acero. Cuando el concreto alcanza la resistencia requerida, se retira la fuerza presforzante aplicada por gatos, y esa misma fuerza es transmitida por adherencia, del acero al concreto. En el caso de los miembros de concreto postensado, se esfuerzan los tendones después de que ha endurecido el concreto y de que se haya alcanzado suficiente resistencia, aplicando la acción de los gatos contra el miembro de concreto mismo.

A. Pretensado

Los tendones, generalmente son de cable torcido con varios torones de varios alambres cada uno, se restiran o se tensan entre apoyos. Se mide el alargamiento de los tendones, así como la fuerza de tensión aplicada con los gatos. Con la cimbra en su lugar, se vacía el concreto en torno al tendón esforzado. A menudo se usa concreto de alta resistencia a corto tiempo, a la vez que es curado con vapor de agua, para acelerar el endurecimiento. Después de haberse logrado la resistencia requerida, se libera la presión de los gatos. Los torones tienden a acortarse, pero no lo hacen por estar ligados al concreto por adherencia. En esta forma la fuerza de presfuerzo es transferida al concreto por adherencia, en su mayor parte cerca de los extremos de la viga.

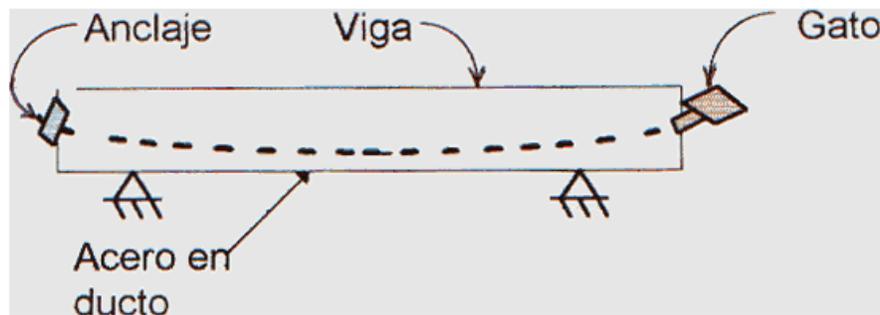
Con frecuencia se usan uno, dos o tres depresores intermedios del cable para obtener el perfil deseado. Estos dispositivos de sujeción quedan embebidos en el elemento al que se le aplica el presfuerzo.



B. Postensado

Cuando se hace el presfuerzo por postensado, generalmente se colocan en los moldes de las vigas ductos huecos que contienen a los tendones no esforzados, y que siguen el perfil deseado, antes de vaciar el concreto. Los tendones pueden ser alambres paralelos atados en haces, cables torcidos en torones, o varillas de acero. El ducto se amarra con alambres al refuerzo auxiliar de la viga (estribos sin reforzar) para prevenir su desplazamiento accidental, y luego se vacía el concreto. Cuando éste ha adquirido suficiente resistencia, se usa la viga de concreto misma para proporcionar la reacción para el gato de esforzado.

La tensión se evalúa midiendo tanto la presión del gato como la elongación del acero. los tendones se tensan normalmente todos a la vez ó bien utilizando el gato monotorón. Normalmente se rellenan de mortero los ductos de los tendones después de que éstos han sido esforzados. Se forza el mortero al interior del ducto en uno de los extremos, a alta presión, y se continua el bombeo hasta que la pasta aparece en el otro extremo del tubo. Cuando se endurece, la pasta une al tendón con la pared interior del ducto.



MÉTODO DEL POSTENSADO

El uso de acero de alta resistencia para el presfuerzo es necesario por razones físicas básicas. Las propiedades mecánicas de este acero tal como lo revelan las curvas de esfuerzo-deformación, son algo diferentes de aquellas del acero convencional usado para el refuerzo del concreto.

Las varillas de refuerzo comunes usadas en estructuras no presforzadas, también desempeñan un papel importante dentro de la construcción del presfuerzo. Se usan como refuerzo en el alma, refuerzo longitudinal suplementario, y para otros fines.

El concreto empleado en miembros presforzados es normalmente de resistencia y calidad más alta que el de las estructuras no presforzadas. Las diferencias en el modulo de elasticidad, capacidad de deformación y resistencia deberán tomarse en cuenta en el diseño y las características de deterioro asumen una importancia crucial en el diseño.

TIPOS DE ACERO UTILIZADOS PARA EL CONCRETO PRESFORZADO

Los alambres redondos que se usan en la construcción de concreto presforzado postensado y ocasionalmente en obras pretensadas se fabrican en forma tal que cumplan con los requisitos de la especificación ASTM A-421, "Alambres sin Revestimiento, Relevados de Esfuerzo, para Concreto Presforzado". Los alambres individuales se fabrican laminando en caliente lingotes de acero hasta obtener varillas redondas. Después del enfriamiento, las varillas se pasan a través de troqueles para reducir su diámetro hasta el tamaño requerido. En el proceso de esta operación de estirado, se ejecuta trabajo en frío sobre el acero, lo cual modifica grandemente sus propiedades mecánicas e incrementa su resistencia.

Los alambres se consiguen en cuatro diámetros tal como se muestra en la tabla siguiente:

| Mínima resistencia de Tensión (N/mm ²) | | Mínimo Esfuerzo para una Elongación de 1% (N/mm ²) | | |
|----------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------|---------|---------|
| Diámetro nominal (mm) | Tipo BA | Tipo WA | Tipo BA | Tipo WA |
| 4.88 | . | 1725 | . | 1380 |
| 4.98 | 1655 | 1725 | 1325 | 1380 |
| 6.35 | 1655 | 1655 | 1325 | 1325 |
| 7.01 | . | 1622 | . | 1295 |

."Estos tamaños no se suministran comúnmente para el alambre Tipo BA"

Los tendones están compuestos normalmente por grupos de alambres, dependiendo el número de alambres de cada grupo del sistema particular usado y de la magnitud de la fuerza pretensora requerida. Los tendones para prefabricados postensados típicos pueden consistir de 8 a 52 alambres individuales.

El cable trenzado se usa casi siempre en miembros pretensados, y a menudo se usa también en construcción postensada. El cable trenzado se fabrica de acuerdo con la especificación ASTM A-416, Cable Trenzado, sin Revestimiento, de Siete Alambres, relevado de Esfuerzos, para Concreto Presforzado". Es fabricado con siete alambres firmemente torcidos alrededor de un séptimo de diámetro ligeramente mayor. El paso de la espiral del torcido es de 12 a 16 veces el diámetro nominal del cable. Los cables pueden obtenerse entre un rango de tamaños que va desde 6.35 mm hasta 0.60 mm de diámetro, se fabrican en dos grados: el grado 250 y 270 los cuales tienen una resistencia última mínima de 1720 y 1860 N/mm² respectivamente, estando estas basadas en el área nominal del cable.

A continuación se muestran en una tabla las propiedades del cable de siete alambres sin revestimiento que se deben cumplir:

| Diámetro Nominal (mm) | Resistencia a la Ruptura (kN) | | Área Nominal del Cable (mm²) | Carga mínima para una Elongación de 1% (kN) |
|------------------------------|--------------------------------------|-----------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| | | Grado 250 | | |
| 6.35 | 40.0 | | 23.22 | 34.0 |
| 7.94 | 64.5 | | 37.42 | 54.7 |
| 9.53 | 89.0 | | 51.61 | 75.6 |
| 11.11 | 120.1 | | 69.68 | 102.3 |
| 12.70 | 160.1 | | 92.90 | 136.2 |
| 15.24 | 240.2 | | 139.35 | 204.2 |
| | | Grado 270 | | |
| 9.53 | 102.3 | | 54.84 | 87.0 |
| 11.11 | 137.9 | | 74.19 | 117.2 |
| 12.70 | 183.7 | | 98.71 | 156.1 |
| 15.24 | 260.7 | | 140.00 | 221.5 |

En el caso de varillas de aleación de acero, la alta resistencia que se necesita se obtiene mediante la introducción de ciertos elementos de ligazón, principalmente manganeso, silicón y cromo durante la fabricación del acero. Las varillas se fabrican de manera que cumplan con los requisitos de la Especificación ASTM A-277, "Varillas de Acero de Alta Resistencia, Sin Revestimientos, Para Concreto Presforzado". Las varillas de acero de aleación se consiguen en diámetros que varían de 12.7 mm hasta 34.93 mm de diámetro y en dos grados, el grado 45 y el 160, teniendo resistencias últimas mínimas de 1000 y 1100 N/mm², respectivamente, tal como se muestra en la tabla:

| Diámetro Nominal (mm) | Área Nominal de la Varilla (mm²) | | Resistencia a la Ruptura (kN) | Mínima Carga para una Elongación de 0.7 % (kN) |
|------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| | | Grado 145 | | |
| 12.70 | 127 | | 125 | 111 |

| | | | | |
|------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 15.88 | 198 | | 200 | 178 |
| 19.05 | 285 | | 285 | 258 |
| 22.23 | 388 | | 387 | 347 |
| 25.40 | 507 | | 507 | 454 |
| 28.58 | 642 | | 641 | 574 |
| 31.75 | 792 | | 792 | 712 |
| 34.93 | 958 | | 957 | 859 |
| Diámetro Nominal (mm) | Área Nominal de la Varilla (mm²) | | Resistencia a la Ruptura (kN) | Mínima Carga para una Elongación de 0.7 % (kN) |
| | | Grado 160 | | |
| 12.70 | 127 | | 138 | 120 |
| 15.88 | 198 | | 218 | 191 |
| 19.05 | 285 | | 316 | 276 |
| 22.23 | 388 | | 427 | 374 |
| 25.40 | 507 | | 561 | 490 |
| 28.58 | 642 | | 708 | 619 |
| 31.75 | 792 | | 872 | 765 |
| 34.93 | 958 | | 1059 | 926 |

CAPITULO 3

EVALUACION DE PUENTES

CARRETEROS

CAPITULO 3.- EVALUACION DE PUENTES CARRETEROS.

3.1 Evaluación

La única forma de conocer la condición exacta y evaluar cada uno de los elementos de un puente, es mediante un programa de inspecciones. La inspección es una actividad compleja, que debe realizarse en forma organizada y sistemática, ya que de ella dependen las recomendaciones para corregir los defectos, señalar restricciones de carga y velocidad y para minimizar la posibilidad de pasar por alto algunas deficiencias que pueden convertirse en daños severos si no son reparados a tiempo.

Para obtener una información satisfactoria, las inspecciones deben llevarse a cabo con una cierta periodicidad.

En la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, se hacen, varios tipos de inspección con distintas finalidades:

- 1.- Para trabajos de mantenimiento normal o rutinario.
- 2.- Para evaluación estructural.
- 3.- Para permiso de transito de cargas especiales.
- 4.- Por emergencias.

Para programar los trabajos de mantenimiento rutinario, se hacen en forma anual, al efectuarse en inventario de las necesidades de todos los conceptos del camino.

Las inspecciones para evaluación estructural se recomienda realizarlas cada 2 o 4 años, sin embargo, los puentes de condición dudosa o con deficiencias conocidas, se vigilan con mayor frecuencia. Por ser esta tipo de inspecciones de carácter minucioso y que requieren herramientas y equipo apropiados, por lo general se recurre a empresas especializadas.

Debido al desarrollo de nuestro país, principalmente, en la petroquímica y generación de energía eléctrica, se ha tenido la necesidad de transportar piezas de gran masa y volumen, para ello se revisan todos los puentes localizados en la ruta o rutas escogidas, determinando normas, especificaciones y preceptos que deben cumplirse durante la transportación, incluyendo la construcción de desviaciones, recalces, apuntalamientos o reforzamientos que se requieran de acuerdo con el dictamen técnico.

Por fenómenos meteóricos, como ciclones, lluvias torrenciales, sismos o por colisiones o impactos provocados, principalmente por accidentes, se presentan situaciones de emergencia, como asentamientos, erosiones, socavaciones, etc., que deben evaluarse inmediatamente.

3.2 Tipos de Inspección

Las inspecciones se requieren para la detección y evaluación de daños, existen tres tipos;

- Preliminar
- Principal
- Especial

Inspección Preliminar

A realizarse, por lo menos, una vez al año en cada puente por parte de personal local no especializado en puentes, pero si, adiestrado específicamente para la identificación y evaluación de daños. La brigada de inspección debe estar formada, por lo menos, por tres técnicos y uno de ellos debe ser ingeniero. El personal contará con un equipo mínimo y la inspección será fundamentalmente visual. La época más recomendable para realizar esta inspección es al termino de la temporada de lluvias, cuando la disminución de los niveles de agua facilita el acceso bajo las obras y cuando están frescos los indicios de socavación, principal causa de colapsos.

Al termino de la inspección preliminar, el jefe de brigada procederá a dar una calificación del estado global de la obra. En virtud de la escasez de información y de la superficialidad de la inspección, no es posible adoptar un sistema cuantitativo sofisticado de calificación, por lo que en forma practica se recomienda que las obras se incluyan en alguno de estos tres grupos:

Grupo "A" .- Puentes que por la gravedad de sus daños requieren atención inmediata.

Grupo "B" .- Puentes que presentan daños que deben ser atendidos en un plazo mediano (seis años), porque su situación puede degradarse a la situación "A".

Grupo "C" .- Puentes que solo presentan daños menores que se pueden corregir con tareas de mantenimiento rutinario a cargo de las brigadas de conservación.

Para la ejecución de estas inspecciones preliminares, existen actualmente dos publicaciones de ayuda, un "Formatos para la inspección de puentes y pasos a desnivel" y una "Guía para la inspección y conservación de puentes". Ambos documentos requieren ser revisados y aprobados por instituciones especialistas en puentes.

Inspección Principal

A realizarse, por lo menos, una vez al año en aquellos puentes que hayan sido clasificados en el grupo "A" durante la inspección preliminar. Esta segunda inspección la realizará personal especializado en puentes, procedente de oficinas centrales o regionales, y tendrá por objetivo ratificar o rectificar la calificación preliminar. Para ello deberá contar con equipos que permitan el acceso a todas las partes del puente para observar detalladamente todos sus elementos, y que permita la medición cuantitativa de las respuestas de la estructura con precisión suficiente.

Con los resultados de la inspección principal, podrá calificarse cuantitativamente el estado de cada puente mediante un procedimiento pendiente de definirse.

Inspección Especial

Se realizará por personal altamente especializado en aquellos puentes que vayan a ser rehabilitados y tendrá por objeto el recabar los datos necesarios para la realización del proyecto ejecutivo. En las actividades a realizar, se incluyen, el levantamiento geométrico de la estructura, la determinación de la naturaleza y extensión de los daños y la realización de diversos estudios que permitan determinar la causa y mecanismo de propagación de los daños. Para esto, es necesario que se realicen con el apoyo de empresas especializadas en puentes.

Evidentemente, el sistema más sencillo para aportar datos para el conocimiento del estado de una estructura es la simple observación visual de la misma. Para que de ella puedan extraerse datos útiles deben darse tres condiciones básicas:

- Poder ver: lo que significa poder acceder a todas las partes que se desean inspeccionar y en su caso ayudar con medios complementarios al ojo humano.
- Saber ver: para lo cual se necesita un equipo de inspección calificado y con suficiente experiencia.
- Saber lo que se quiere ver: es decir, hay que preparar con antelación las inspecciones, estudiando el proyecto, los posibles incidentes ocurridos en la construcción y los informes obtenidos en anteriores inspecciones, si existen.

En nuestro país hay muy pocos programas establecidos para la conservación de puentes, por lo general cada dependencia que tiene bajo su responsabilidad el cuidado de cierto número de puentes, tiene un programa que aplica de una forma no muy ambiciosa y mucho menos exitosa.

Caminos y Puentes Federales (CAPUFE), Comisión Nacional de Electricidad (CFE) y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT); tienen sus propios programas de conservación de puentes, aunque son muy parecidos por ser "copiados" de programas de otros países.

El último y más ambicioso de estos programas fue implantado por SCT, firmado en 1992 con el Directorio Danés de Carreteras. Este programa lleva como nombre SIPUMEX. El Sistema de Puentes de México (SIPUMEX) es un sistema que permite contar con un inventario de la totalidad de los puentes de la Red Federal de Carreteras, en el que se incluyen las características, ubicación y estado físico. Ello permite efectuar una priorización de las necesidades de mantenimiento y rehabilitación, con lo que se logra una optimización de los recursos aplicables, atendiendo al mismo tiempo a la seguridad de los usuarios.

La primera fase de SIPUMEX, que se firmó en el año de 1992, está constituida por las siguientes actividades:

- Inventario.
- Inspecciones principales.

- Inspecciones rutinarias.
- Mantenimiento menor y limpieza.
- Evaluación de la capacidad de carga.
- Jerarquización de los trabajos de rehabilitación.

A mediados de 1993 se firmo el contrato de la Fase 2, cuyos trabajos finalizaron a fines de 1996, esta segunda fase incluía las siguientes actividades:

- Inspecciones especiales.
- Diseño de reparación de puentes
- Diseño y especificaciones para puentes nuevos.
- Rutas para transporte pesado.
- Mapa de puentes.

Libro de precios (Catalogo de precios unitarios para trabajos de mantenimiento y rehabilitación).

La primera etapa de SIPUMEX, si fue cumplida, dando como resultado un inventario de los puentes de la Red federal de Carreteras, que sumaron 6,150 en total, con datos básicos como: Entidad federativa donde se ubica la estructura, la carretera, el kilometraje, tramo, año de construcción, tipo de superestructura y subestructura, el Transito Diario Promedio Anual (TDPA), etc.

También, resultados de esta primera etapa, fueron, una relación de puentes que requieren reparación urgente según SIPUMEX, con un total de 280 puentes en toda la República Mexicana. La segunda etapa no llevo completamente a cabo sus objetivos por cuestiones de la economía mexicana y su crisis, por la que paso el país en esos años. Finalmente, conviene señalar que para que los programas implementados para la conservación de carreteras funcionen, deben cumplir mínimamente los siguientes puntos:

- 1.- Uniformizar los criterios de inspección de todas las Residencias generales de Conservación de Carreteras.
- 2.- Actualizar sistemáticamente la base de datos del estado de los puentes, por lo menos una vez al año.
- 3.- Contar con los recursos necesarios para mantener el sistema en operación, sobre todo recursos financieros, mayor apoyo en los presupuestos para conservación de puentes
- 4.- Corregir errores y detalles de diseño, conforme se vaya adquiriendo experiencia, en el campo de fallas de puentes, incluyendo el ajuste a las normas de diseño existentes.
- 5.- Una buena planeación de los programas de conservación de puentes.

El manual para la inspección de mantenimiento de puentes preparado por ASSHTO detalla claramente el perfil que debe cumplir el equipo que este a cargo de la inspección y sobre todo el ingeniero a cargo, que debe tener titulación de ingeniero, un mínimo de 10 años de experiencia en inspección de puentes con cierto nivel de responsabilidad y, haber tomado un curso completo de preparación basado en el manual de formación de inspectores de puentes.

En consecuencia con ello se define que la persona encargada de ocupar ese puesto será responsable de la exactitud de la inspección, el análisis de todo lo que se descubra en las misma y las correspondientes recomendaciones para corregir los defectos.

En referencia al jefe del equipo de la inspección se le exige como mínimo una experiencia de 5 años en tareas de inspección de puentes y haber realizado un curso de preparación como el antes mencionado.

En los puentes la estructura, habitualmente estará a la vista, pero en muchos casos será imposible la observación detallada sin unos medios auxiliares de acceso a los distintos puntos de la misma.

3.3 Medios y Requisitos para hacer una inspección

Dentro de los medios auxiliares que facilitan la aproximación del personal de la inspección a las distintas partes de la estructura se incluyen desde los medios más rudimentarios y básicos (cuerdas, cinturones de seguridad, escaleras, etc.) a sistemas muy complejos como las pasarelas y canastillas desarrolladas para la inspección de puentes, pasando por sistemas integrados en la propia estructura (agujeros de acceso a pilas huecas, escaleras de acceso y vigas cajón en puentes).

Por lo que se refiere a las pasarelas para la inspección de puentes, existe una multitud de factores que hay que tener en cuenta para diseñar un tipo de estas, como son:

1. Altura de las pilas.
2. Accesibilidad de la zona situada bajo el tablero (presencia de cursos de agua navegables o no, de otras vías de comunicación, etc.)
3. Dimensiones del tablero (ancho total, ancho de aceras, etc.)
4. Existencia de elementos condicionales sobre el tablero, y altura de los mismos (de la misma estructura o de sus elementos auxiliares).
5. Exigencias de seguridad, consideraciones económicas y versatilidad del sistema.
6. Restricciones al tráfico causadas por el sistema de colocado en posición de servicio.
7. Capacidad portante del sistema y peso del mismo.

A la hora de examinar y comparar posibilidades y rendimientos de los distintos sistemas es necesario tener en cuenta aspectos tales como el peso total, peso máximo que puede soportar el elemento, tiempos de maniobra, zona del puente que resulta accesible con dicho elemento, superficie ocupada por el elemento en posición de servicio, etc.

Por lo que se refiere a las canastillas son equipos de menor costo, pero cuyo mayor inconveniente reside en la necesidad de que exista acceso a la zona situada bajo el tablero del puente, y que habitualmente solo alcanzan a una altura máxima de 20 m. Existen también sistemas de canastilla que pueden operar encima del tablero, pero siguen con las limitaciones del peso ya que solo pueden situarse en ellas 1 o 2 personas.

Independientemente de los medios auxiliares que facilitan el acceso a las partes de la estructura que se deseen inspeccionar, no deben olvidarse los medios que sirven de auxilio a la propia vista humana, y pueden encuadrarse dentro de estos medios auxiliares: plomadas, niveles, lupas micrométricas, catalejos, cámaras fotográficas, etc. ; hasta las cámaras de televisión y equipos de vídeo, y sobre todo los modernos endoscopios, que permiten ver y grabar en cintas de vídeo partes y zonas inaccesibles para el hombre.

Para hacer la lista del equipo de una inspección es importante tener en consideración, si realmente va a ser de gran utilidad, si el costo es bajo, etc. Debe recordarse que si no se cuenta con transporte para el equipo es muy difícil transportarlo de otras formas, por el tiempo y la seguridad del equipo. Para determinar el equipo que se utilizará en una inspección es muy importante tener en cuenta el equipo existente y su utilidad. Existen muchos y muy variados pero los mas útiles e imprescindibles son:

- Botiquín.
- Transportación.
- Botas.
- Nivel de mano.
- Vernier
- Libreta
- Caja de herramientas (llaves)
- Cinturón de herramientas.
- Cepillo de alambre.
- Crayones o gises.
- Escaleras.
- Pasarelas.
- Canastillas.
- Tirfos.
- Poleas.
- Cables de acero de varios diámetros (5/16").
- Reatas o lasos.
- Cintas métricas y metros.
- Radios (wocky-tocky)
- Cámaras fotográficas.
- Libreta de campo.
- Chalecos salvavidas.

- Grietómetros.
- Chalecos antirreflejantes.
- Nudos de acero (perros).
- Arnéses.

3.4 Equipo de inspección

Es el equipo básico que se utiliza y cada miembro de la brigada puede traer sus propias herramientas personales como: una pequeña navaja, un pequeño martillo, una lámpara sorda, etc.

Herramientas personales para trabajo y seguridad:

- Binoculares.
- Martillo ligero.
- Lámpara sorda.
- Navaja de bolsillo.
- Flexómetro.
- Libreta de campo.
- Cámara (preferible 35 mm).
- Casco.
- Botas.
- Gafas.
- Chaleco salvavidas.
- Chaleco antirreflejante.

Debe utilizarse y es muy apropiado cuando se inspeccionan las calzadas:

- Conos de plástico.
- Triángulos.
- Chalecos antirreflejantes.
- Señales de seguridad.

Cuando el procedimiento de la inspección lo requiera y sea necesario, para la nivelación del puente se cuenta con el siguiente equipo:

- Tránsito o teodolito.
- Nivel de mano.
- Estadales.
- Cintas métricas.
- Balizas.
- Libreta de tránsito

Los síntomas que presenta la estructura ante una primera inspección visual, nos permite determinar el agrietamiento, las deformaciones y las flechas de la estructura, si existe carbonatación o corrosión.

Una inspección visual debe completarse con una auscultación con métodos topográficos, magnéticos, eléctricos y químicos para determinar corrimientos, posiciones de armadura, profundidades de carbonatación y contenido de ión-cloro y acercarse a la determinación del grado de corrosión de las armaduras.

Los ensayos estáticos y dinámicos sirven para conocer la variación de determinados parámetros generales del puente, como son la rigidez, el amortiguamiento, los modos de vibración, etc.

Los diferentes elementos que deben ser inspeccionados normalmente son agrupados en cuatro grandes divisiones:

1. Cimientos.
2. Subestructura.
3. Superestructura.
4. Equipamientos.

En general se deberán considerar los siguientes puntos de inspección:

1. Juntas de dilatación
2. Apoyos
3. En puentes de Concreto Reforzado:
 - Nervaduras
 - Losas
 - Flechas
 - Revisión del Galibo
4. En puentes de concreto presforzado:
 - Diafragmas.
 - Nervaduras.
 - Losa.
 - Anclajes.
 - Flechas
 - Revision del Galibo

5. En estructuras metálicas:

- Rotura de remaches, pernos o soldaduras.
- Fallas en la protección con anticorrosivos.
- Nodos.
- Corrosión.
- Pandeo, alabeo o rotura de elementos.
- Conexión entre sistema de piso y estructura.
- Fallas en el sistema de piso.
- Espesores actuales de los elementos estructurales.
- Revisión del gálibo.

6. Estudio del cauce:

- Efectos de socavación.
- Encauzamiento.
- Obstrucción.

7. Subestructura:

- Socavación.
- Destrucción por impacto.
- Hundimientos.
- Desplomes.
- Agrietamientos.

8. Revisión de accesos y conos de derrame.

9. Drenaje de la superestructura y la subestructura.

10. Vialidad y señalamiento.

11. Alumbrado.

Es importante observar todos los elementos del puente y tomar apuntes de los detalles y dimensiones, a fin de llenar correctamente el formato del reporte de la inspección.

3.5. Procedimiento de Inspección

Superestructura

La inspección de los elementos de la superestructura y los daños típicos que estos presentan varían notablemente dependiendo de que se trate de puentes metálicos, puentes de concreto armado o pretensado u obras prefabricadas.

Armaduras Metálicas.- Vigilar las uniones del armazón que son puntos críticos en los que se acumulan residuos que provocan la corrosión y pérdida de sección en elementos de la armadura.

Vigas y largueros.- En el caso de las vigas de acero, debe vigilarse la existencia de grietas y de corrosión, principalmente, en las alas superiores, alrededor de los remaches, pernos y en las áreas de soldadura. Asegurarse de que estén adecuadamente sostenidas, que no haya torceduras o desplazamientos, ni tengan daños debidos a colisiones o pérdidas de sección por corrosión.

Para las trabes de concreto, en caso de existir grietas, deben observarse por un tiempo para determinar si son activas y con la ayuda de un grietometro medirlas. Debe tomarse en cuenta si han sido tratadas con inyecciones de resina epoxicas. Igual atención requieren las áreas que sufren desintegración de concreto y la existencia de las vibraciones o deflexiones excesivas.

En los elementos pretensados, como trabes o diafragmas, es importante la vigilancia frecuente para que el agua no penetre por las fisuras ni por los anclajes extremos de los ductos, ya que cualquier inicio de corrosión es difícil de detectar.

Es importante checar que la altura de los gálibos sean las requeridas para evitar accidentes o colisiones con las trabes u otro elemento del puente.

También, deben revisarse los miembros principales de la armadura que son susceptibles a daños por colisión, principalmente al paso de cargas voluminosas.

Subestructura

Dentro del término subestructura se incluyen estribos, pilas y sistemas de apoyo. Dentro de la amplia variedad de defectos y deterioros observables en este tipo de elementos, deben incluirse en un informe las fisuras y grietas que puedan observarse y que puedan ser indicios de otros problemas relacionados con la cimentación, el mal funcionamiento de apoyos, etc.

Pilas y estribos.- Revisar su cimentación, principalmente, cuando es directa para detectar cualquier inicio de erosión o socavación, la presencia y severidad de grietas, así como mencionar cualquier cambio en la posición o verticalidad.

Apoyos.- Es importante asegurar su adecuado funcionamiento, cuidando que no existan daños en los pernos de anclaje (en caso de que el puente sea metalico), estén ajustados adecuadamente, libres de materiales extraños para que haya libertad de movimientos

Se debe asegurar que no exista:

- Grietas por compresión, intemperismo o sobrecarga.
- Humedad.
- Sedimentación.

Por lo regular los apoyos de los extremos son los mas intemperizados y necesitan limpieza continua para asegurar su funcionalidad.

Cimentación

Normalmente la inaccesibilidad de la cimentación hace que las posibles fallas tengan que ser detectadas indirectamente en forma de movimientos excesivos, fisuración, etc. , o a través de otros signos en la superestructura.

Por su interés con relación a posibles fallas en la cimentación cabe señalar la utilidad de dos actividades:

- Nivelación del tablero.
- Inspecciones subacuáticas.

Algunas consideraciones que deben observarse, a fin de determinar las condiciones de la cimentación:

Accesos.- Detectar la presencia de deslaves, asentamientos o rugosidades que motivan que los vehículos que se acercan a puente causen esfuerzos de impacto indeseable.

Cauces.- Verificar la suficiencia de cauce bajo la estructura, cerciorándose de que no este obstruido por depósitos de materiales de arrastre, como bancos de arena y crecimiento de vegetación que pueden modificar la orientación de la corriente, causando socavación a las pilas o a los estribos.

Dentro de los equipamientos se incluyen la inspección de calzada y aceras, juntas de dilatación, sistemas de drenaje, parapeto, barandales, señalización, etc.

Juntas de expansión.- Observar que tengan el espacio adecuado para los desplazamientos por efectos térmicos y que estén libres de basura.

Tableros.- Buscar agrietamientos, descascaramientos, baches u otras evidencias de deterioro.

Señalizaciones.- Debe revisarse la presencia, la legibilidad, la visibilidad y la necesidad de renovar las señales existentes.

Sistemas de drenaje.- Revisar el drenaje para evitar encharcamientos, que los drenes estén libres de basura y funciones correctamente.

Parapetos.- Buscar golpes causados por colisiones de vehículos y bien por oxidación y/o corrosión.

En el caso de tableros de acero, revisar signos de corrosión, barras quebradas, soldaduras frágiles, etc.

Los puntos esenciales que comprenden un reporte de inspección son:

- Identificación.
- Características geométricas.
- Características funcionales.
- Características estructurales.
- Calzada y elementos auxiliares.
- Estado de conservación.
- Observaciones

En México se carece de una tradición en la inspección sistemática de los puentes además del SIPUMEX de la SCT no existen documentos tales como los manuales ASSHO, etc. lo que llevo a adoptar una estructura de reporte que pretendía alcanzar los siguientes objetivos:

1. Tratar de condensar la mayor cantidad de información posible.
2. Reducir al mínimo las posibilidades de subjetivización de los datos recopilados.
3. Conseguir que un formato fuera guía de los elementos a inspeccionar en una estructura.

Por ello se adopto una estructura de campos relativamente complicada, pero en la que el inspector encargado de llenarla solamente tuviera que rellenar con cruces unos pequeños rectángulos, caso de SCT y CAPUFE.

Reporte Fotográfico

Consiste en una colección de fotografías tomadas al puente de la inspección, donde se muestra principalmente: los accesos, las calzadas, las juntas de dilatación, los apoyos, las secciones transversales y longitudinales de la superestructura, los daños que presenta, etc.

Es de gran ayuda para ilustrar el estado del puente en todos sus elementos y sobre todo para mostrar los detalles de los daños del puente. Es el complemento del reporte de la inspección.

Es importante la cantidad y calidad de las fotografías para mostrar lo mas detallado posible los daños de la estructura, con el fin de esbozar el estado del puente.

Reporte de Fallas

Consiste en ilustrar en un plano o planos necesarios la localización exacta de las fallas (desconchamientos, grietas, caídos, etc.), para apreciar su magnitud real y hacer mas seguro el calculo del proyecto de rehabilitación.

El reporte de fallas, al igual que el reporte fotográfico, viene a ser un complemento importante para el reporte global de la inspección, ya que hace más tangible el trabajo que se realizó en el puente.

En el reporte de fallas se indican las dimensiones reales de una grieta, áreas de resquebrajamiento, desconchamientos, caídos, etc.

Por ello se adopto una estructura de campos relativamente complicada, pero en la que el inspector encargado de llenarla solamente tuviera que rellenar con cruces unos pequeños rectángulos, caso de SCT y CAPUFE.

3.6 Dictamen de Evaluación

En primer lugar, para que el dictamen que se da sobre el estado del puente sea confiable, es importante seguir los procedimientos recomendados de inspección, utilizar el equipo adecuado, que la brigada de inspección sea responsable y con experiencia y sobre todo que el ingeniero responsable de la inspección tenga conocimientos sobre inspecciones.

El nivel de deterioro de un puente, es el que marca, principalmente, la conclusión de la persona encargada del dictamen; aunque existen otros elementos como la estética, la seguridad, funcionalidad, etc.

La exactitud del dictamen de la inspección depende en gran medida del análisis de los daños y defectos a corregir que haga la persona responsable de emitir el fallo o la calificación del deterioro actual del puente.

El factor estético no es muy sobresaliente, es importante solo en puentes de zonas urbanas; uno de los factores más importantes es el de la seguridad sobre todo si el daño es estructural o puede poner en peligro la seguridad de los usuarios (vehiculares y peatonales).

Para conocer la capacidad resistente de un puente determinado es necesario realizar un modelo matemático del mismo de la manera más fiel posible. La confección de este modelo tiene una parte fácil y otra difícil. La primera, la fácil, es la que se refiere a las características geométricas de vinculación y de contorno, determinadas por la tipología del puente en estudio. La segunda, la difícil, es determinar cuales son las propiedades resistentes del material que lo constituye. El área, la inercia, el módulo de elasticidad no son sino las manifestaciones más elementales de modelo de material que constituye un

puede. Estas propiedades se pueden suponer cuando se trata de obra nueva, pero en un estado determinado de deterioración, es difícil suponer dichas propiedades.

Se deduce que la determinación de la capacidad resistente de un puente en un momento determinado no deja de ser una aproximación más o menos exacta y que sin embargo es imprescindible realizar para que la toma de decisión este lo más fundamentada posible.

Revisión de la capacidad de carga de la estructura en las condiciones actuales, por momento flexionante y cortante, considerando como carga móvil de diseño la que produzca el efecto más desfavorable entre los tipos T3-S3 y T3-S2-R4, en el número de carriles correspondientes para caminos tipo A y B y la carga muerta, así como los elementos mecánicos resistentes en la sección estructural original. La diferencia entre los elementos mecánicos actuantes y los elementos mecánicos resistentes, ya mencionados, se tomara con los elementos de refuerzo.

Para otro tipo de caminos la carga será la que produzca el efecto más desfavorable entre los tipos T3-S2-R4 y T3-S3 de caminos A y B para una banda y en cada uno de los otros carriles se considerara la carga tipo HS-20

Si utilizamos en primer lugar a la economía como sistema de referencia entendemos que los criterios de evaluación del estado de los puentes están inscritos en el marco más general del costo y su vida útil.

El costo depende de dos factores principales: el costo en sí del puente y el relacionado con el usuario, y todo ello dentro de un marco de referencia que es la vida útil, que se cifra en unos 50 años, siempre y cuando tenga un adecuado mantenimiento y hacia los 30 años se le realice una reparación importante.

El costo en sí se compone de la suma del correspondiente a su primera instalación, al mantenimiento, a las reparaciones menores y mayores y finalmente a su sustitución.

De todo puente en servicio se puede realizar una doble lectura. Por un lado determinar que capacidad de carga tiene, lo que nos proporciona sus características resistentes actuales y previsibles en un futuro próximo y, por otro, cuales son sus características funcionales.

Estas dos propiedades resistentes y funcionales deben compararse con las exigencias mínimas, o aceptables que debe tener un puente para que cumpla su función dentro de la red vial. De esta comparación saldrá una política a seguir que permita establecer las prioridades, sobre que puentes se deben mantener, cuales reparar o rehabilitar y cuales sustituir y en que plazo.

Los inspectores, ingenieros expertos con titulación, rellenan el correspondiente formato y dibujan croquis y toman fotografías de los aspectos que le interese reflejar.

Además de realizar las tareas mencionadas hasta ahora, los inspectores deben establecer ciertos índices de estado. Estos índices son estimaciones de la extensión de las siguientes deficiencias:

- Microfisuración.
- Fisuración.
- Agrietamiento.
- Armaduras deterioradas.

También se indican las partes de la estructura donde se producen las deficiencias, distinguiéndose:

- En puentes: Tablero, pilas, estribos, vigas, etc.
- En cajones: Módulos, muros, etc.

El estado de los elementos del equipamiento también se codifica y se almacena.

La última tarea del inspector es evaluar si las deficiencias existentes deben ser reparadas antes de la próxima inspección y en caso afirmativo asignar las actuaciones de mantenimiento tipificadas que procedan y un grado de urgencia para efectuarlas. Esta manera de proceder proporciona un índice de estado global de la estructura.

Cabe señalar la importancia de la necesidad de modernizar todos los puentes ubicados en los 12,000 Km. que tienen volúmenes de tránsito promedio anual superior a 3,000 vehículos y la necesidad de reforzar los puentes de los tramos de la red por los que se han detectado que circulan, con mayor frecuencia, cargas extraordinarias.

Los criterios de priorización deben establecerse en función de políticas generales de expansión de la red y con miras a mejorar los servicios de transporte.

El criterio de priorización propuesto está basado en los trabajos desarrollados por la Federal Highway Administration y algunos departamentos de transporte en los Estados Unidos, solo que adecuado a las necesidades de los puentes en México.

El sistema de priorización de puentes considera, no solo aspectos infraestructurales, sino también aspectos de operación del transporte; es decir, cuando da una calificación de un puente, le da un peso del 40% a aspectos estructurales y un 60% a aspectos de operación, calificando por supuesto, a todos aquellos puentes que presentan daños que puedan desencadenar en falla estructural.

El sistema de priorización está basado en valorar el nivel de deficiencia del puente, el cual se mide de 0 a 100, en la que cero es para puentes en perfecto estado y cien para aquellos puentes que requieren acciones urgentes de mantenimiento. Se califican cuatro aspectos:

- Capacidad de Carga (CC).
- Ancho del Puente (AP).
- Gálibos (G).
- Condición Estructural (CE).

La calificación se obtiene de las suma, es decir:

$$ND = CC + AP + G + CE$$

Donde:

ND = Es el Nivel de Deficiencia del puente que puede tomar un valor de 0 a 100.

La suma de las puntuaciones obtenidas en capacidad de carga, ancho del puente, gálibo y condición estructural determina la puntuación total del puente en cuestión y el orden de prioridad y el tipo de actuación de mantenimiento a realizar dentro del conjunto de los puentes analizados.

A continuación, se presenta la forma de calcular cada una de las deficiencias del puente.

DEFICIENCIA EN LA CAPACIDAD DE CARGA (CC).

La formula que define el nivel de deficiencia por capacidad de carga, se define como:

$$CC = WC * 1/5 * (NC - CR) * (0.6 * K1 + 0.4 * K2)$$

Donde:

$$K1 = \frac{TPDA}{12205000}^{0.30}; K2 = \frac{LD}{TPDA}$$

12 20 5000

WC = Es un factor de peso para la deficiencia en la capacidad de carga, que, para este sistema, se considera 40 puntos.

NC = Es el nivel deseado de capacidad de carga en Ton.

CR = Capacidad de carga registrada en Ton.

TPDA = Transito promedio anual.

LD = Longitud que un vehículo tendría que recorrer, en caso de falla del puente, en metros.

Esta formula supone que el costo del transporte se incrementa linealmente con la deficiencia en la capacidad de carga del puente, además, se introdujo un termino no lineal que toma en cuenta el deterioro del puente por el paso de vehículos con exceso de carga. En la figura 1, se muestra una

gráfica de esta ecuación para diferentes valores de (NC - CR).

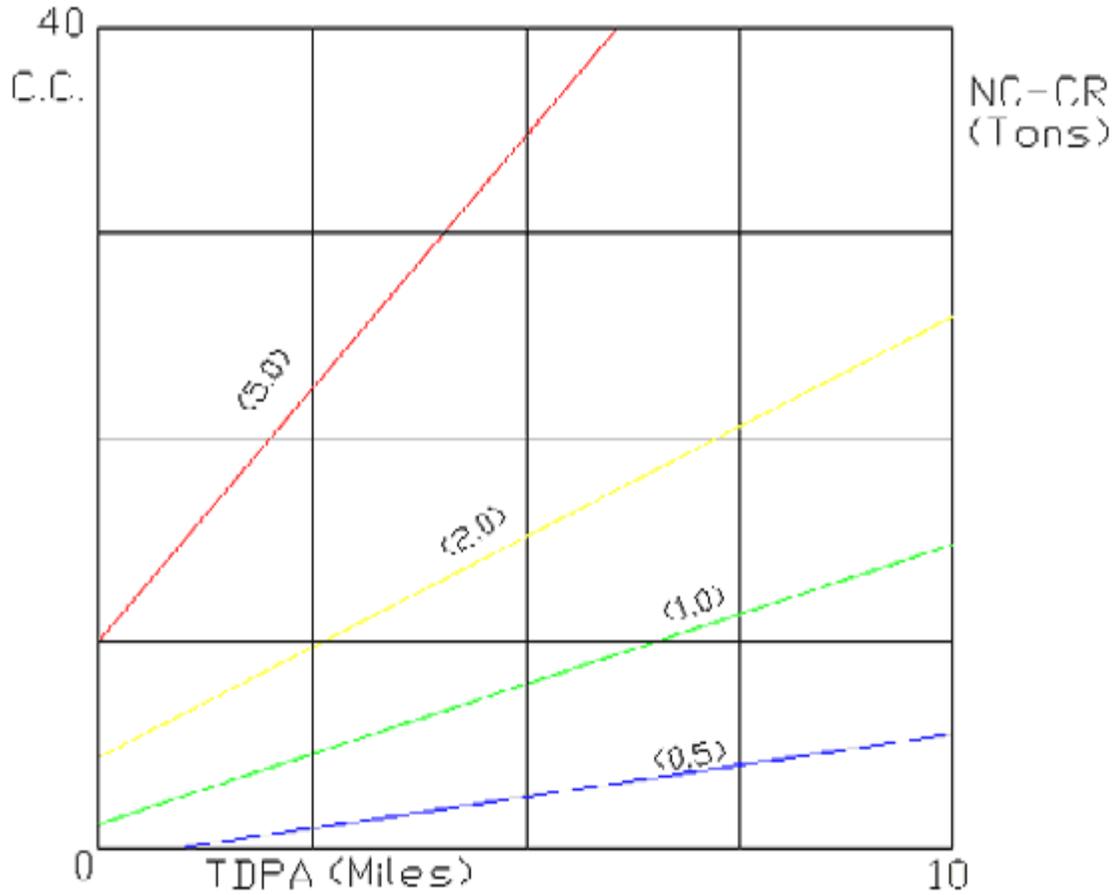


Fig. 1.- Gráfica de CC contra TDPA para diferentes valores de NC-CR

DEFICIENCIA POR EL ANCHO DEL PUENTE (AP).

La fórmula para el cálculo de esta deficiencia es la siguiente:

$$AP = WA * (AD - AR) * \underline{TPDA}$$

5000

Donde:

WA = Es un factor de peso para la deficiencia en el ancho del puente, al cual se le da un valor de 10 puntos.

AD = Ancho total deseado del puente, en metros.

AR = Ancho real del puente, en metros.

TPDA = Transito promedio anual.

La deficiencia por el ancho del puente esta en función del TPDA. La función es lineal, en la que considera que el numero de accidentes y los costos se incrementan linealmente con el TPDA y la deficiencia en el ancho del puente.

En la figura 2, se muestra una gráfica de esta ecuación para diferentes valores de (AD - AR).

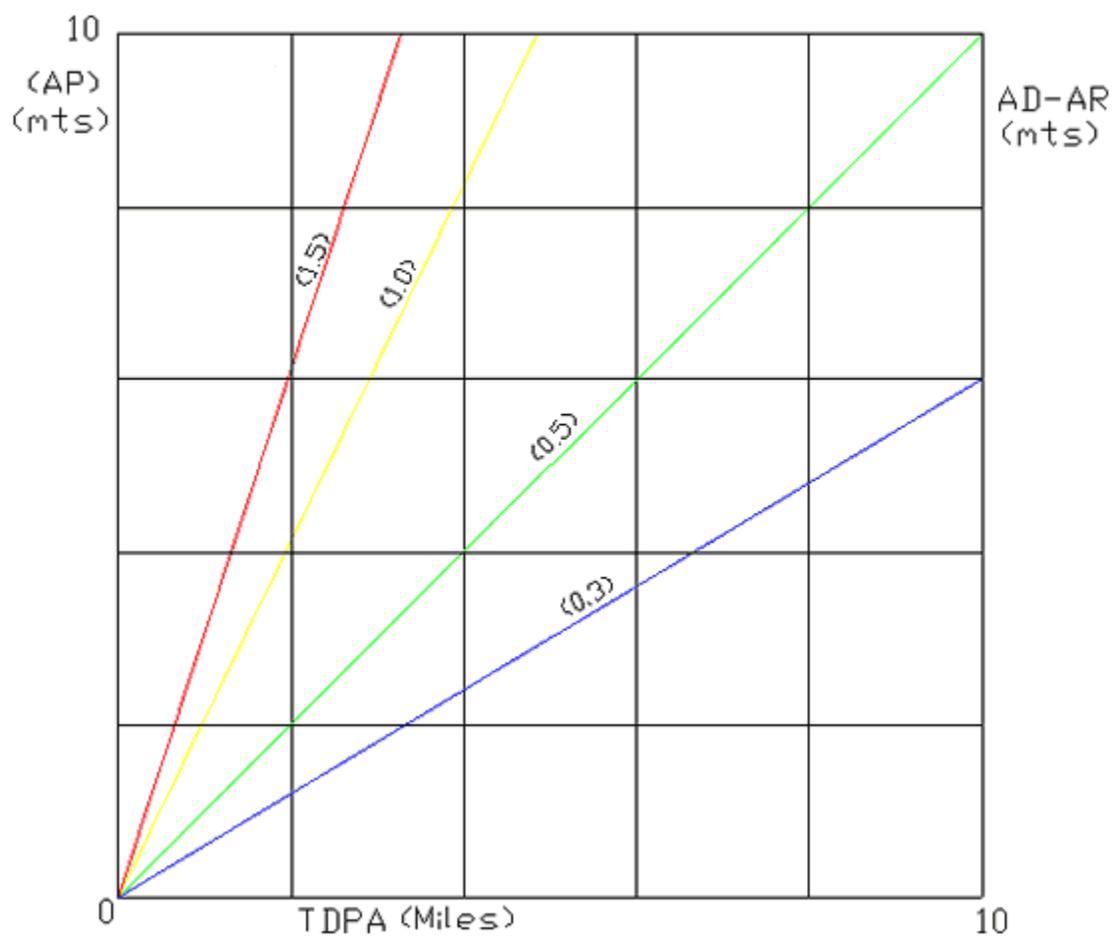


Fig. 2.- Gráfica de AP contra TPDA para diferentes valores de (AD-AR)

DEFICIENCIA POR GÁLIBOS (G).

La formula para el calculo de esta deficiencia esta dada por:

$$G = GI + GS$$

Donde:

$$GI = WG * \frac{(GID - GIR)}{10} * TPDA$$

0.6 5000

$$GS = WG * \frac{(GSD - GSR)}{10} * TPDA$$

0.6 5000

Donde:

WG = Es un factor de peso para la deficiencia en gálidos que para este sistema se vale 10 puntos.

GID = gálibo inferior deseado en metros.

GIR = gálibo inferior existente en metros.

GSD = gálibo superior deseado en metros.

GSR = gálibo superior existente en metros.

GI = Deficiencia en el gálibo inferior.

GS = Deficiencia en el gálibo superior.

TPDA = Transito promedio anual.

La formula para GI esta graficada en la figura 4 para distintos valores de

(GIR - GID), que como se puede ver, es lineal asumiendo que los costos de los usuarios asociados con los gálidos incrementan linealmente con el TDPA.

Para la formula de GS se ocupa la misma gráfica solo que las rectas de los valores de (GIR-GID) pasan a ser los valores de (GSD-GSR), ya que las gráficas

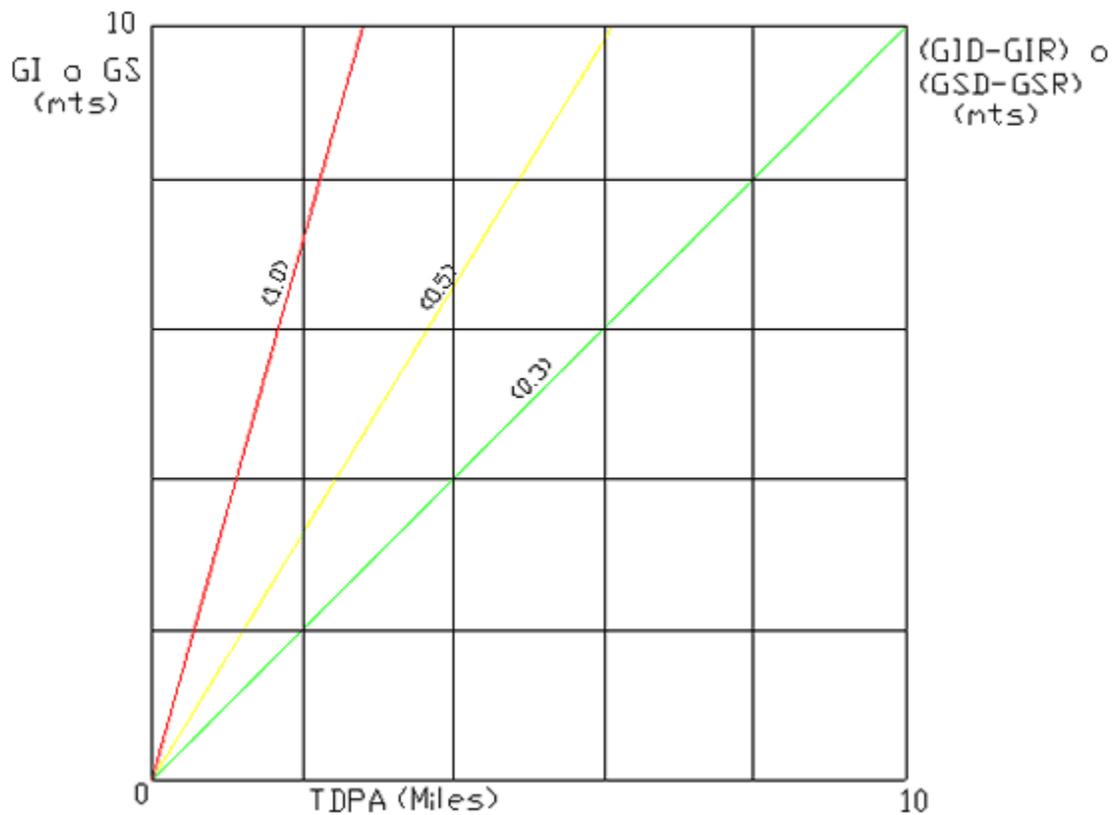


Fig. 4.- Gráfica de GI contra TPDA para diferentes valores de GID-GIR

DEFICIENCIA EN LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL (CE).

Para calcular esta deficiencia, se utilizan las siguientes fórmulas:

$$CE = 0 \text{ para } IC > 8$$

$$CE = WE \text{ para } IC \leq 3$$

$$CE = WE * (1.6 - IC/5) \text{ para } 3 < IC < 8$$

Donde:

$$IC = \underline{2 * ICSUB + 2}$$

Donde:

WE = Es un factor de peso para la deficiencia estructural, que para este sistema se vale 40 puntos.

IC = Índice de la condición de la estructura.

ICSUB = Índice de la condición estructural de la subestructura, tal como se define en la tabla 1.

ICSUP = Índice de la condición estructural de la superestructura, tal como se define en la tabla 1.

ICR = Índice de la condición de la superficie de rodamiento, tal como se define en la tabla 1.

SOC = Índice de la condición de la socavación.

| CLASIFICACIÓN GLOBAL SEGÚN "SCT" | NIVEL | DESCRIPCION |
|---------------------------------------------|--------------|---------------------------------|
| "C" | 9 | EXCELENTE CONDICIÓN |
| | 8 | CONDICIÓN MUY BUENA |
| | 7 | CONDICIÓN BUENA |
| | 6 | CONDICIÓN SATISFACTORIA |
| "B" | 5 | CONDICIÓN REGULAR |
| | 4 | CONDICIÓN POBRE |
| "A" | 3 | CONDICIÓN SERIA |
| | 2 | CONDICIÓN CRITICA |
| | 1 | CONDICIÓN INMINENTE DE FALLA |
| | 0 | CONDICIÓN DE FALLA |

Tabla 1.

En la figura 5, se presenta la gráfica de CE contra IC.

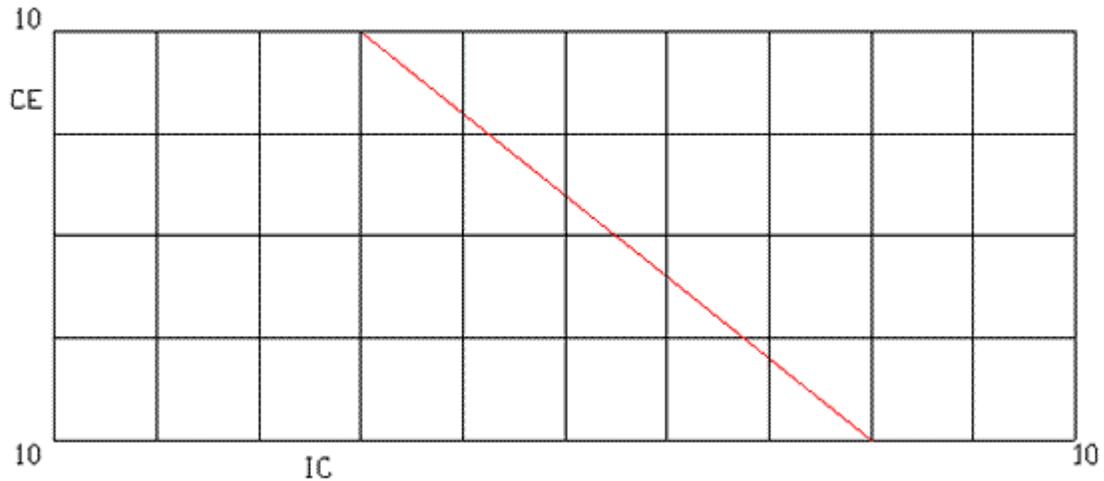


Fig. 5.- Gráfica de CE contra IC

3.7 Criterios de Comparación

Los criterios de comparación se basan fundamentalmente en la importancia que tiene un puente con respecto a otro, por ejemplo, La importancia económica, social, histórica, etc

Una vez que se ha llevado a cabo todo el trabajo de inspección, el siguiente paso es el establecimiento de un programa anual de trabajos de mantenimiento de estructuras. Para ello se obtiene en primer lugar el listado de estructuras en las cuales las inspecciones han recomendado actuaciones, especificando la naturaleza y el grado de urgencia de las mismas, así estas son evaluadas y se forma una lista de puentes con más prioridades que otros.

Por lo antes expuesto, se podrá entender que la inspección es un estudio delicado, que se apoya, gran parte, en la apreciación y el buen juicio de quien la realiza.

De esta actividad depende, no solo la identificación de necesidades de mantenimiento presentes, si no la obtención de una información valiosa para evaluar, planear, presupuestar y diseñar un buen programa de conservación de puentes.

El mantenimiento de puentes es una de las actividades más importantes entre las que hay que realizar para llevar a cabo la conservación de una red de carreteras. Su objetivo final, como la de toda labor de conservación, es la del mantenimiento de todas las condiciones de servicio de la carretera en el mejor nivel posible.

La falta de mantenimiento adecuado en los puentes da lugar a problemas de funcionalidad y seguridad que pueden ser graves: limitación de cargas, restricciones de paso, riesgo de accidentes, riesgo de interrupciones de la red..., y a un importante problema económico por el acortamiento de la vida útil de las obras.

Las causas y razones más comunes por las que es necesario el mantenimiento de un puente son:

- 1) Errores en el proyecto, errores durante la construcción, vigilancia, mantenimiento o reparaciones inexistentes o inadecuadas.
- 2) Materiales inadecuados o deterioro y degradación de los mismos.
- 3) Variación con el tiempo de las condiciones de tráfico (cargas y velocidades).
- 4) Acciones naturales de tipo físico, mecánico o químico (intemperismo).
- 5) Acciones accidentales, terremotos, avalanchas, inundaciones, explosiones, impacto de vehículos con elementos estructurales del puente.

Según la importancia del deterioro observado, las acciones para el mantenimiento un puente se clasifican en tres grupos:

- Mantenimiento rutinario.
- Reparaciones.
- Reforzamientos.

Como ya se ha señalado mas del 50% de los puentes teóricamente son considerados fuera de vida útil, sin embargo, resulta complicado pensar en la sustitución y en la inversión que para ello se requiere, por lo que parece más sencillo y practico continuar con un programa permanente de mantenimiento, reparación y refuerzo de puentes.

El mantenimiento rutinario es una labor substantiva que debe ampliarse para evitar que crezca el numero de puentes con daños.

Con los trabajos de reparación y reforzamiento, se pretende que los puentes recuperen un nivel de servicio similar al de su condición original. Sin embargo, por la evolución del transito, a veces no es posible obtener este resultado y se requieren trabajos de refuerzos y ampliaciones.

Son muchos los problemas que se presentan durante la vida útil de un puente, a continuación trataremos de sintetizar esos problemas y las soluciones que se presentan con más frecuencia.

La presencia de agua por una inadecuada evacuación de la misma da lugar a problemas muy diversos que pueden afectar tanto a los estribos como a las pilas, cabezales, arcos, bóvedas, tableros, vigas, apoyos, terraplenes de acceso, etc. Ya sea por la propia acción directa del agua: erosiones, socavaciones, humedad. Por su acción como vehículo de otros agentes agresivos: corrosión por sales,

ataque por sulfatos, disolución de ligantes en mortero, ó por jugar un papel predominante en otros fenómenos: reacción árido-álcali.

En las estructuras metálicas resulta evidente la importancia de evitar la presencia permanente en determinadas zonas de humedad, que acaban siendo origen de fuertes problemas de corrosión.

Los desperfectos originados en las zonas de apoyo y juntas por las humedad que permanentemente se presentan en tales zonas. El mantenimiento de los desagües del tablero es importante.

Las fisuras de flexión son las que se sitúan mas generalmente en la zona central del claro, incluyendo las zonas llamadas de "momentos nulos". Nacen en la fibra inferior, cortan el cordón inferior de la viga, suben por el alma, al principio verticalmente, y luego se inclinan bajo la influencia del esfuerzo cortante cuando se aproximan a los apoyos.

Solo pueden existir fisuras inclinadas en el alma, en la cercanía de los apoyos, son fisuras producidas por el esfuerzo cortante.

Estas fisuras son activas, es decir, su abertura varia bajo el efecto diario del gradiente térmico (insolación del tablero) y bajo el de la circulación (vehículos pesados). La razón esencial de esta fisuración es un pretensado insuficiente ante las sollicitaciones de flexión de la estructura.

Se logra el objetivo de la reparación poniendo en una obra un pretensado adicional después de haber inyectado las fisuras que estén suficientemente abiertas; el umbral de una inyección es del orden de 0.2 a 0.3 mm.

La oxidación en mayor o menor grado de la armadura activa puede ser extremadamente grave, pues es sabido que la corrosión bajo tensión es un fenómeno que produce su rotura sin previo aviso, poniendo en peligro la estabilidad del puente. Esta corrosión por lo general puede ser debida a recubrimientos defectuosos o insuficientes.

Perdidas de recubrimiento, oxidación de armaduras, grietas y fisuras generalizadas en todos los elementos del puente, mas a menudo en el tablero y las zonas próximas a las juntas y los drenes.

Despegue del concreto en el tablero y arcos, oxidación de las rotulas metálicas, mal funcionamiento de los drenes del tablero, juntas no estancas y muy deterioradas, muchas veces inexistentes.

A causa de los materiales: concreto fabricado con áridos con elevado contenido del feldespatos (granitos, esquistos, pizarras, etc.), si después tiene un aporte considerable de agua, en este caso este tipo de áridos puede reaccionar con el hidróxido cálcico de la pasta de cemento, produciendo unos nuevos compuestos químicos: ceolitas, productos que son expansivos y que en un plazo más o menos largo producen la destrucción del concreto.

Los procedimientos más usuales para solucionar los problemas más comunes en cada una de las etapas y para los elementos más comunes en los puentes, se sintetizan a continuación:

1.- Cauces y cimentaciones.

- a) Limpiar, reponer y estabilizar la alineación y la sección transversal del cauce.
- b) Para evitar erosiones y socavaciones: utilizar gaviones o muros de mampostería o de concreto ciclópeo.
- c) Reconstruir los conos de derrame y delantales frente a los apoyos extremos.
- d) Hacer zampeados de mampostería de piedra con dentellones en el fondo del cauce.
- e) Proteger los caballetes con pedraplenes o escolleras instaladas al frente y alrededor.

SUBESTRUCTURAS

A) Recimentación de pilas y estribos:

- Utilizando concreto ciclópeo colado bajo el agua.
- Construcción de una pantalla perimetral de micropilotes.

B) Reparación y refuerzo de pilas y estribos fracturados por socavación, hundimientos e inclinación por cargas.

- Utilizando encamisados de concreto.
- Con el adosamiento de estructuras metálicas.

C) Reparación de pilotes que presentan fractura y exposición del acero de refuerzo.

D) Reforzamiento de corona y cabezales.

E) Inyección de grietas y reposición de concreto degradado.

F) Reconstrucción de coronas y bancos de apoyo.

SUPERESTRUCTURAS

1.- De concreto:

A) Reparación de grietas en traveses, diafragmas y losas.

- Inyección con resinas epoxicas.

B) Para reforzar los elementos de la superestructura:

- Adosar soleras metálicas con resinas epoxicas.

- Incremento del numero de trabes.

- Construir sobrelosas.

- Colocar preesfuerzo longitudinal, transversal y vertical.

C) Alineamiento de superestructuras desplazadas transversalmente por asentamiento de los apoyos o por efectos dinámicos, sismos e impactos de vehículos.

2.- metálicas:

A) Reparaciones por oxidación y corrosión:

- Sustitución de elementos que han tenido perdidas del área de su sección transversal.

- Reemplazo de remaches y pernos.

B) Para reforzar los miembros de la superestructura:

- Con cubreplacas.

- Con perfiles laminados.

- Incremento del numero de trabes.

C) Sustitución de sistemas de piso.

D) Ampliaciones y refuerzo.

3.- Arcos de mampostería y arcos de concreto:

Mampostería: Ha requerido reforzamientos con arco de concreto o trabes pretensadas, afianzamiento de dovelas y, para su ampliación, se han construido sobrelosas voladas de concreto armado.

Los puentes de arcos de concreto, en general, han presentado la misma problemática que las estructuraciones de concreto reforzado.

DISPOSITIVOS DE APOYO

Requieren de un programa de limpieza a intervalos regulares y protegerlos con pintura o material galvanizado.

En caso de corrosión severa que impidan su funcionamiento, deben reemplazarse.

Otros casos típicos de sustitución se presentan con mecedoras de concreto armado que se fisuran ó los apoyos que se deforman.

En la vida diaria con frecuencia consideramos a la corrosión de los metales como algo molesto que debemos prevenir y evitar sopena de tener que desechar nuestras utensilios o bien tener que limpiarlos o pintarlos frecuentemente para que puedan darnos servicio durante un poco mas de tiempo.

Nos preocupamos sobre todo por los objetos expuestos al medio ambiente, principalmente cuando este medio ambiente corresponde a un clima húmedo y cálido.

Sin embargo, hay que aclarar que, la corrosión, no es un hecho trivial, sino que, a nivel mundial, viene a ser uno de los fenómenos más trascendentales en la economía de toda sociedad humana. En términos generales de acuerdo con la Secretaria General De La Organización De Los Estados Americanos (Programa Regional Desarrollo Científico y Tecnológico) los perjuicios causados por la corrosión equivalen del 1.5 al 3.5% del Producto Nacional Bruto en numerosos países.

Por lo que se refiere a los perjuicios que el fenómeno de la corrosión ocasiona a la industria de la construcción, cabe mencionar que hoy en día se tiene plena conciencia de que el factor mas determinante para la reducción en la durabilidad del concreto estructural es la falta de control de la corrosión en los aceros de refuerzo.

Es interesante hacer la observación de que generalmente se dé preferencia, en el diseño, a la construcción de obras de concreto reforzado o presforzado sobre las de acero estructural, pensando en que estas ultimas requieren de una conservación periódica y costosa, mientras que en los primeros basta con llevar, durante la construcción, un estricto control de calidad en la construcción para que la vigilancia y conservación de dichas obras durante su etapa de servicio no sea tan estricta como en el caso de las estructuras de acero.

ANEXO A

Ejemplo de Reporte de Inspección de Puentes CAPUFE

**Autopista La Tinaja – Coloseacaque.
Tramo la Tinaja – La Isla.
Puente Coyoluca Cuerpo A**



REPORTE DE INSPECCIÓN DE PUENTES

| | | |
|-------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| PUENTE <u>COYOLUCA</u> | KM. <u>26+100</u> | ENTIDAD FEDERATIVA <u>VERACRUZ</u> |
| CUERPO <u>CUERPO A</u> | ORIGEN <u>LA TINAJA</u> | INSPECTOR _____ |
| AUTOPISTA <u>LA TINAJA - COLOSEACAQUE</u> | FECHA <u>MAYO 2013</u> | |
| TRAMO <u>LA TINAJA - LA ISLA</u> | | |

| ACCESOS (SOLO SE CONSIDERAN 40 M. DE ACCESO) | | |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CONCEPTO | INFORMACION DE CAMPO | |
| | ENTRADA | SALIDA |
| ALINEAMIENTO HORIZONTAL | TANGENTE <input checked="" type="checkbox"/> CURVA <input type="checkbox"/> SI LA CURVA SE CONSIDERA PELIGROSA, ES POR: FALTA DE VISIBILIDAD <input type="checkbox"/> SOBRE ELEVACION ESCASA <input type="checkbox"/> CURVATURA EXCESIVA <input type="checkbox"/> FALTA DE SEÑALAMIENTO <input type="checkbox"/> AMPLIACION ESCASA <input type="checkbox"/> OTROS _____ _____ _____ | TANGENTE <input checked="" type="checkbox"/> CURVA <input type="checkbox"/> SI LA CURVA SE CONSIDERA PELIGROSA, ES POR: FALTA DE VISIBILIDAD <input type="checkbox"/> SOBRE ELEVACION ESCASA <input type="checkbox"/> CURVATURA EXCESIVA <input type="checkbox"/> FALTA DE SEÑALAMIENTO <input type="checkbox"/> AMPLIACION ESCASA <input type="checkbox"/> OTROS _____ _____ _____ |
| | TANGENTE <input checked="" type="checkbox"/> CURVA EN CRESTA <input type="checkbox"/> CURVA EN COLUMPIO <input type="checkbox"/> SI EL ALINEAMIENTO SE CONSIDERA PELIGROSO, ES POR: PENDIENTE EXCESIVA <input type="checkbox"/> VISIBILIDAD ESCASA <input type="checkbox"/> FALTA DE SEÑALAMIENTO <input type="checkbox"/> OTROS _____ _____ _____ | TANGENTE <input checked="" type="checkbox"/> CURVA EN CRESTA <input type="checkbox"/> CURVA EN COLUMPIO <input type="checkbox"/> SI EL ALINEAMIENTO SE CONSIDERA PELIGROSO, ES POR: PENDIENTE EXCESIVA <input type="checkbox"/> VISIBILIDAD ESCASA <input type="checkbox"/> FALTA DE SEÑALAMIENTO <input type="checkbox"/> OTROS _____ _____ _____ |



REPORTE DE INSPECCIÓN DE PUENTES

| ACCESOS (SOLO SE CONSIDERAN 40 M DE ACCESO) | | | PUENTE <u>COYOLUCA</u> | |
|------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| | | | CUERPO <u>CUERPO A</u> | |
| SECCION DE LA CARRETERA | ENTRADA | SALIDA | | |
| | SECCION DE LA CARRETERA | CORTE <input checked="" type="checkbox"/> ESTABLE <input checked="" type="checkbox"/> INESTABLE <input type="checkbox"/> ESTABLE <input type="checkbox"/> EROSIONADO <input type="checkbox"/> DEFORMADO <input type="checkbox"/> ASENTAMIENTO A LA ENTRADA DEL PUENTE _____ CM TERRAPLEN <input type="checkbox"/> PAVIMENTO <input checked="" type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> REGULAR <input checked="" type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | CORTE <input checked="" type="checkbox"/> ESTABLE <input checked="" type="checkbox"/> INESTABLE <input type="checkbox"/> ESTABLE <input type="checkbox"/> EROSIONADO <input type="checkbox"/> DEFORMADO <input type="checkbox"/> ASENTAMIENTO A LA ENTRADA DEL PUENTE _____ CM TERRAPLEN <input type="checkbox"/> PAVIMENTO <input checked="" type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> REGULAR <input checked="" type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | |
| DIMENSIONES DE LA SECCION | | ANCHO EN M. | | |
| | | CORONA <u>11.05</u> CARPETA <u>10.25</u> CAMELLON _____ CUNETAS _____ BANQUETAS <u>0.40 m</u> ALTURA APROX. DEL CORTE _____ M. ALTURA APROX. DEL TERRAPLEN _____ M. | CORONA <u>11.05</u> CARPETA <u>10.25</u> CAMELLON _____ CUNETAS _____ BANQUETAS <u>0.40 m</u> ALTURA APROX. DEL CORTE _____ M. ALTURA APROX. DEL TERRAPLEN _____ M. | |



REPORTE DE INSPECCIÓN DE PUENTES

| | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| | ACCESOS (SOLO SE CONSIDERAN 40 M DE ACCESO) | | PUENTE <u>COYOLUCA</u> |
| | | | CUERPO <u>CUERPO A</u> |
| | ENTRADA | SALIDA | |
| ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS | ESTADO ACTUAL | ESTADO ACTUAL | |
| | GUARNICIONES <input type="checkbox"/> NO EXISTEN BUENO <input type="checkbox"/> REGULAR <input checked="" type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | GUARNICIONES <input type="checkbox"/> NO EXISTEN BUENO <input type="checkbox"/> REGULAR <input checked="" type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | |
| | BORDILLOS <input type="checkbox"/> NO EXISTEN BUENO <input checked="" type="checkbox"/> REGULAR <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | BORDILLOS <input type="checkbox"/> NO EXISTEN BUENO <input checked="" type="checkbox"/> REGULAR <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | |
| | CUNETAS <input checked="" type="checkbox"/> NO EXISTEN BUENO <input type="checkbox"/> REGULAR <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | CUNETAS <input checked="" type="checkbox"/> NO EXISTEN BUENO <input type="checkbox"/> REGULAR <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | |
| | LAVADEROS <input type="checkbox"/> NO EXISTEN BUENO <input type="checkbox"/> REGULAR <input type="checkbox"/> MALO <input checked="" type="checkbox"/> | LAVADEROS <input type="checkbox"/> NO EXISTEN BUENO <input type="checkbox"/> REGULAR <input type="checkbox"/> MALO <input checked="" type="checkbox"/> | |
| | DEFENSA METALICA <input type="checkbox"/> NO EXISTEN BUENO <input checked="" type="checkbox"/> REGULAR <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | DEFENSA METALICA <input type="checkbox"/> NO EXISTEN BUENO <input checked="" type="checkbox"/> REGULAR <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | |
| | SI NO EXISTEN ALGUNOS DE ESTOS U OTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS, MENCIONAR LOS QUE SEAN NECESARIOS. _____ _____ | SI NO EXISTEN ALGUNOS DE ESTOS U OTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS, MENCIONAR LOS QUE SEAN NECESARIOS. _____ _____ | |

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| | ACCESOS | | PUENTE <u>COYOLUCA</u> |
| | | | CUERPO <u>CUERPO A</u> |
| | ENTRADA | SALIDA | |
| ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS (CONTINUACION) | SE REQUIERE ALGUN TIPO ADICIONAL DE OBRA DE DRENAJE? SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> INDICAR EL LUGAR Y SU TIPO _____ _____ _____ | SE REQUIERE ALGUN TIPO ADICIONAL DE OBRA DE DRENAJE? SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> INDICAR EL LUGAR Y SU TIPO _____ _____ _____ | |
| | ESTADO ACTUAL | ESTADO ACTUAL | |
| PROTECCIONES RECUBRIMIENTO DE TALLUDES Y CONOS DE DERRAME | ESPECIES VEGETALES <input type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> REGULAR <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | ESPECIES VEGETALES <input type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> REGULAR <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | |
| | ZAMPEADO DE MAMPOSTERIA <input type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> REGULAR <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | ZAMPEADO DE MAMPOSTERIA <input type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> REGULAR <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | |
| | LOSA DE CONCRETO <input checked="" type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> REGULAR <input checked="" type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | LOSA DE CONCRETO <input checked="" type="checkbox"/> BUENO <input type="checkbox"/> REGULAR <input checked="" type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | |
| | SE REQUIERE ALGUN TIPO DE PROTECCION ADICIONAL? SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> INDICAR EL LUGAR Y SU TIPO _____ _____ _____ | SE REQUIERE ALGUN TIPO DE PROTECCION ADICIONAL? SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> INDICAR EL LUGAR Y SU TIPO _____ _____ _____ | |

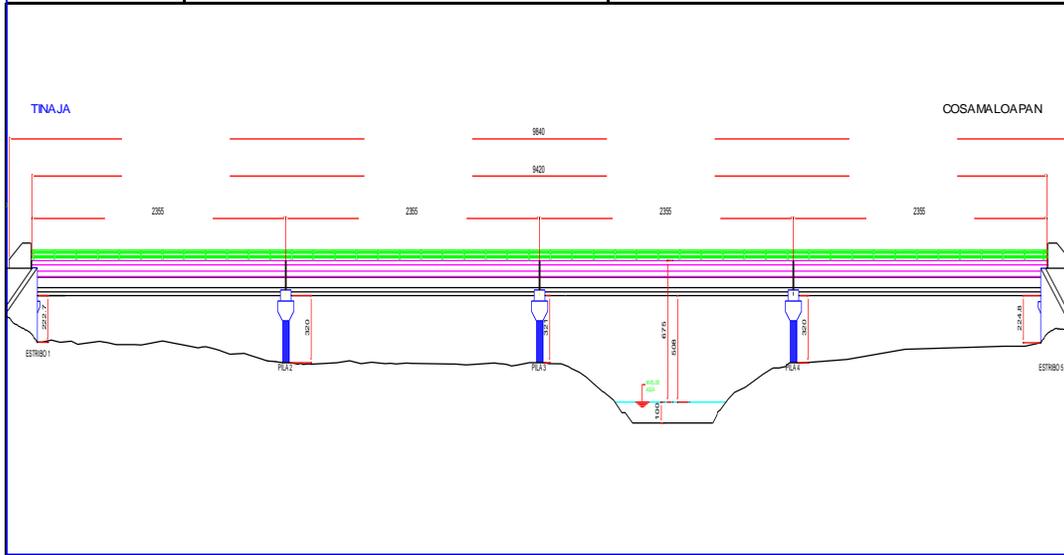
|  CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS REPORTE DE INSPECCIÓN DE PUENTES | | PUENTE | COYOLUCA |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ESTRUCTURA | | CUERPO | CUERPO A |
| ALINEAMIENTO HORIZONTAL | TANGENTE <input checked="" type="checkbox"/> CURVA <input type="checkbox"/> | SOBRE ELEVACION | ADECUADA <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |
| | | AMPLIACION | ADECUADA <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> |
| ALINEAMIENTO VERTICAL | TANGENTE <input checked="" type="checkbox"/> PENDIENTE <input type="checkbox"/> NULA SUAVE <input type="checkbox"/> PRONUNCIADA <input type="checkbox"/> | CURVA <input type="checkbox"/> | CRESTA <input type="checkbox"/> COLUMPIO <input type="checkbox"/> |
| CRUCE | NORMAL <input checked="" type="checkbox"/> SI ESTA ESVIAJADO INDICAR DERECHO <input type="checkbox"/> | ESVIAJADO <input type="checkbox"/> IZQUIERDO <input type="checkbox"/> | ANGULO _____ |
| DIMENSIONES SUPERFICIALES | ANCHO DE: GUARNICIONES 2 de 0.40 M CALZADAS 10.25 M BANQUETAS _____ M BARRERA CENTRAL _____ M TOTAL 11.05 M | ADECUADO ? SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | NUM. DE TRAMOS 4 2 TRAMOS DE ACCESO LONGITUD DE CADA TRAMO 23.55, 23.55 Y 23.55 LONGITUD TOTAL 94.20 M |

|  CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS REPORTE DE INSPECCIÓN DE PUENTES | | PUENTE | COYOLUCA |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ESTRUCTURA | | CUERPO | CUERPO A |
| CARPETA ASFALTICA | ESPESOR PROMEDIO 7.5 CM. NO EXISTE <input type="checkbox"/> | ESTADO: BUENO <input type="checkbox"/> REGULAR <input checked="" type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/> | OBSERVACIONES: SE OBSERVAN AGRIETAMIENTOS SOBRE LA ZONA DE JUNTAS DE DILATACION EN TODO LO ANCHO DE LA CALZADA HACIENDOSE MÁS NOTORIO EN ACOTAMIENTOS. |
| PARAPETO | DESCRIPCION: PARAPETO TIPO DE ACUERDO A LOS PROYECTOS TIPO DE LA S.C.T. | ESTADO: BUENO <input type="checkbox"/> REGULAR <input type="checkbox"/> MALO <input checked="" type="checkbox"/> | OBSERVACIONES: PRESENTA MANCHAS DE OXIDO EN ALGUNAS ZONAS DEL PARAPETO DE CONCRETO ASI COMO DESCARAPAMIENTO DE PINTURA DE PROTECCION. TAMBIEN HA Y DESCARAPAMIENTO EN CAPAS DE PROTECCION EPÓXICA Y ZONAS OXIDADAS EN LA PARTE METÁLICA. |
| JUNTAS DE DILATACION | TIPO DE SELLO: COMPRIBAND <input type="checkbox"/> SIKAFLEX <input type="checkbox"/> ASFALTO <input type="checkbox"/> NEOPRENO <input checked="" type="checkbox"/> TAPA JUNTA <input type="checkbox"/> LAMINA DE COBRE <input type="checkbox"/> INEXISTENTE <input type="checkbox"/> JUNTA OBSTRUIDA <input checked="" type="checkbox"/> | TIPO DE PROTECCION: PLACA DE ACERO <input type="checkbox"/> ANGULO METALICO <input checked="" type="checkbox"/> NINGUNA <input type="checkbox"/> FUNCIONAMIENTO: ADECUADO <input type="checkbox"/> INADECUADO <input checked="" type="checkbox"/> | SI ES INADECUADA SEÑALE LOS DEFECTOS QUE SE OBSERVAN: ABERTURA EXCESIVA <input checked="" type="checkbox"/> NULA <input type="checkbox"/> DESPOSTILLAMIENTO EN EL ASFALTO <input type="checkbox"/> EN EL CONCRETO <input checked="" type="checkbox"/> ELEMENTOS METALICOS OXIDADOS <input checked="" type="checkbox"/> |
| DRENAJE | EXISTE BOMBEO ? SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> EXISTEN DRENES ? SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> ESTAN OBSTRUIDOS ? SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> LA DISTANCIA ENTRE DRENES ES DE 3.0-6.0 M FUNCIONA ADECUADAMENTE EL DRENAJE ? SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> | | |



SUPERESTRUCTURA
CROQUIS ALTURA SUPERESTRUCTURA

PUENTE: COYOLUCA
CUERPO: CUERPO A



SUBESTRUCTURA

PUENTE: COYOLUCA
CUERPO: CUERPO A

| | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| ESTRIBOS <input checked="" type="checkbox"/> | ENTERRADOS <input type="checkbox"/> | CON ALEROS <input checked="" type="checkbox"/> | EN 'U' <input checked="" type="checkbox"/> |
| MATERIALES | MAMPOSTERIA <input type="checkbox"/> | CONCRETO <input checked="" type="checkbox"/> | CORONA |
| CUERPO | CONCRETO <input checked="" type="checkbox"/> | INEXISTENTE <input type="checkbox"/> | |
| CABALLETES | LADRILLO <input type="checkbox"/> | (DESCRIBIR SU FORMA Y MATERIALES Y HACER CROQUIS EN HOJA ANEXA) | |
| PILAS <input checked="" type="checkbox"/> | TRADICIONAL <input type="checkbox"/> | CORONA <input checked="" type="checkbox"/> | CABEZAL EN VOLADIZO <input type="checkbox"/> |
| TIPO DE CUERPO: | RECTANGULAR <input type="checkbox"/> | CABEZAL EN VOLADIZO <input type="checkbox"/> | OTRO TIPO <input type="checkbox"/> |
| TIPO DE CUERPO: | CILINDRICO <input checked="" type="checkbox"/> | (DESCRIBIRLO EN HOJA ANEXA) | |
| TIPO DE CUERPO: | SECCION CONSTANTE <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| TIPO DE CUERPO: | SECCION VARIABLE <input type="checkbox"/> | | |
| TIPO DE CUERPO: | OTRO TIPO <input type="checkbox"/> | | |
| TIPO DE CUERPO: | (DESCRIBIRLO EN HOJA ANEXA) | | |
| MATERIALES: | MAMPOSTERIA <input type="checkbox"/> | CONCRETO <input checked="" type="checkbox"/> | CORONA O CABEZAL |
| CUERPO | CONCRETO <input checked="" type="checkbox"/> | INEXISTENTE <input type="checkbox"/> | |
| CABALLETE <input type="checkbox"/> (DESCRIBIR SU FORMA Y MATERIALES Y HACER CROQUIS EN HOJA ANEXA) | | | |
| ANOTAR LA ALTURA APROXIMADA DE LA PARTE VISIBLE DE CADA UNA DE LAS PILAS Y CABALLETES | | | |
| ESTRIBO 1 = 2.23 m, PILA 2 = 3.20 m, PILA 3 = 3.21 m, PILA 4: 3.20, ESTRIBO 5 = 2.25 m | | | |
| TIPO PROBABLE <input checked="" type="checkbox"/> | PILOTES <input checked="" type="checkbox"/> | CILINDROS <input type="checkbox"/> | |

CIMENTACION: NOTA: NO SE ALCANZA A VISUALIZAR LA CIMENTACION. ASO DE QUE SEA MIXTA DESCRIBIR EN



SUPERESTRUCTURA

PUENTE COYOLUCA
 CUERPO CUERPO A
 No. DEL TRAMO 1 - 2

| DAÑOS | CALIFICACION | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | LEVE | MODERADO | GRAVE |
| DESCRIPCIÓN <u>LOSA DE CONCRETO REFORZADO SOBRE TRABES A ASHTO TIPO II</u> | | | |
| EXISTE OXIDACIÓN O CORROSIÓN SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| INDIQUE DONDE: _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ESTA DAÑADA LA PINTURA DE PROTECCIÓN SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | | | |
| INDIQUE DONDE: <u>NO EXISTE PINTURA</u> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| EXISTE ACUMULACIÓN DE TIERRA, BASURA, HUMEDAD, ETC. SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | | | |
| INDIQUE DONDE: <u>EN LAS ORILLAS PEGADA A LAS BANQUETAS ASÍ COMO ESCURRIMIENTOS ALREDEDOR DE DRENES Y SOBRETODOS EN PATÍN INFERIOR, ALMA DE TRABES Y DIAFRAGMAS.</u> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SI SE PRESENTAN MANCHAS INDICAR SU MAGNITUD, LOCALIZACIÓN Y COLOR <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| <u>SE PRESENTAN DE COLORACIÓN OSCURA ALREDEDOR DE LA JUNTA DE DILATACIÓN ASÍ COMO EN LOS DRENES DESDE 5-15CM DE ANCHO HASTA .30 DE LARGO EN DRENES. ESTOS ESCURRIMIENTOS AFECTAN A TRABES Y DIAFRAGMAS</u> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SI SE PRESENTAN PICADURAS O MANCHAS POROSAS, INDICAR SU MAGNITUD, LOCALIZACIÓN Y COLOR <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |



SUPERESTRUCTURA

PUENTE _____
 CUERPO CUERPO A
 TRAMO 4 - 5

| DAÑOS | CALIFICACION | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | LEVE | MODERADO | GRAVE |
| SE OBSERVAN ASENTAMIENTOS IMPORTANTES QUE SE REFLEJEN EN LA SUPERESTRUCTURA <input checked="" type="checkbox"/> INDIQUE EL EFECTO QUE PRODUCE EN EL ELEMENTO _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SE PRESENTAN DEFORMACIONES HORIZONTALES ACENTUADAS (PANDEO) <input checked="" type="checkbox"/> INDIQUE EN QUE ELEMENTO _____ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SE OBSERVA FLECHA PERMANENTE ACENTUADA <input checked="" type="checkbox"/> (INSPECCIONAR CON MAS CUIDADO SI LOS ELEMENTOS SON PRESFORZADOS) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SI SE PRESENTA ALGUN OTRO DAÑO DESCRIBIRLO Y CALIFICARLO: DESCRIPCIÓN: <u>EXISTEN ELEMENTOS CON SUPERFICIE POROSA Y CON OQUEDADES OCASIONADAS, AL PARECER, POR MANIOBRAS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE ELEMENTOS COMO TRABES Y DIAFRAGMAS.</u> | | | |
| _____ | | | |
| _____ | | | |
| _____ | | | |
| CALIFICACION: LEVE <input type="checkbox"/> MODERADO <input type="checkbox"/> GRAVE <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| LA APARIENCIA DE LOS ELEMENTOS ES MALA POR PRESENTARSE ESCURRIMIENTOS DE LECHADA <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| LA CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA EN GENERAL ES: BUENA <input type="checkbox"/> REGULAR <input checked="" type="checkbox"/> MALA <input type="checkbox"/> | | | |



SUPERESTRUCTURA

PUENTE COYOLUCA
 CUERPO A
 TRAMO 4 - 5

| DAÑOS | CALIFICACION | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| | LEVE | MODERADO | GRAVE |
| <p>GRIETAS</p> <p>LONGITUDINALES TRANSVERSALES RETICULA *</p> <p>CARA SUPERIOR</p> <p>EN LA CARPETA ASFALTICA <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>EN EL CONCRETO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>CARA INFERIOR</p> <p>EN EL CONCRETO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>* SIGUIENDO LA DISPOSICION DEL REFUERZO <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>OTRO TIPO DE GRIETAS <input type="checkbox"/> DESCRIPCION _____</p> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <p>SILAS GRIETAS SON MUCHAS, O POCAS MUY IMPORTANTES, MUESTRE SU FORMA Y UBICACION EN UN CROQUIS POR SEPARADO</p> <p>SE PRESENTA DESGASTE EN EL CONCRETO Y/O DESPRENDIMIENTO DEL RECUBRIMIENTO DEL ACERO DE REFUERZO EN LA SUPERFICIE DE LA CALZADA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>EXISTE BASURA O ESCOMBRO SOBRE LA SUPERFICIE DE LA CALZADA <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>EXISTEN BACHES EN LA CARPETA ASFALTICA <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>EXISTEN INFILTRACIONES <input checked="" type="checkbox"/> EN DONDE, DE QUE MAGNITUD Y SU COLORACION EN LAS ZONAS DE JUNTAS, EXISTEN ESCURRIMENTOS QUE LLEGAN A LOS CABEZALES PROVOCANDO MANCHAS DE COLORACION GRIS Y VERDE OSCURO DE 15cm DE LONGITUD PROMEDIO. <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>EXISTEN PLAGAS COMO PANALES, NIDOS DE AVES, REFUGIO DE MURCIELAGOS, ETC. <input checked="" type="checkbox"/> INDIQUE SU LOCALIZACION _____ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>EL CONCRETO ESTA CAVERNOSO O APANALADO <input checked="" type="checkbox"/> INDICAR EL NUMERO DE ZONAS Y LAS DIMENSIONES DE LA ZONA MAS AFECTADA _____ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>EXISTEN ZONAS RESANADAS <input checked="" type="checkbox"/> INDICAR SU NUMERO Y LAS DIMENSIONES DEL RESANE MA Y OR _____ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>SE PRESENTAN DESCONCHAMIENTOS <input checked="" type="checkbox"/> EN DONDE Y DE QUE MAGNITUD _____ <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |



SISTEMA DE PISO

PUENTE COYOLUCA
 CUERPO CUERPO A
 TRAMO 2 - 3

| DAÑOS | CALIFICACION | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | LEVE | MODERADO | GRAVE |
| <p>EL CONCRETO PRESENTA DISGREGACION <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>EXISTE A CERO DE REFUERZO EXPUESTO <input checked="" type="checkbox"/> INDICAR SU LOCALIZACION _____</p> <p>EL ACERO DE REFUERZO PRESENTA CORROSION <input checked="" type="checkbox"/> EN QUE CANTIDAD Y EN DONDE _____</p> <p>EXISTE DESPLAZAMIENTO TRANSVERSAL RESPECTO A TRAMOS CONTIGUOS <input checked="" type="checkbox"/> EN QUE MAGNITUD _____ CM.</p> <p>EXISTE DESPLAZAMIENTO VERTICAL EN TRAMOS CONTIGUOS <input checked="" type="checkbox"/> EN QUE MAGNITUD _____ CM.</p> <p>LA LOSA PRESENTA DEFORMACIONES <input checked="" type="checkbox"/> EN QUE FORMA _____</p> <p>SI LA LOSA TIENE PRESFUERZO TRANSVERSAL, INDIQUE:</p> <p>EXISTEN SELLOS DESPRENDIDOS EN LOS ANCLAJES <input type="checkbox"/> QUE CANTIDAD Y SU PORCENTAJE _____</p> <p>SE TIENEN SUELTOS <input type="checkbox"/> INDIQUE LA CANTIDAD Y SU PORCENTAJE _____</p> <p>SE TIENEN ANCLAJES DE PRESFUERZO LONGITUDINAL EN LA LOSA <input checked="" type="checkbox"/> COMO SE ENCUENTRAN SUS SELLOS _____</p> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <p>SE APRECIA EVIDENCIAS DE OXIDACION EN LOS ANCLAJES Y ALAMBRES DE PRESFUERZO <input type="checkbox"/></p> <p>INDIQUE LA CANTIDAD Y SU PORCENTAJE _____</p> <p>SE APRECIA ALGUN OTRO PROBLEMA IMPORTANTE EN LOS ANCLAJES DE PRESFUERZO <input type="checkbox"/></p> <p>DESCRIBIRLO _____</p> <p>SI EL SISTEMA DE PISO NO ES DE CONCRETO, DESCRIBIR SUS CARACTERISTICAS, SUS DAÑOS Y SU CALIFICACION:</p> <p>CARACTERISTICAS _____</p> <p>DAÑOS _____</p> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

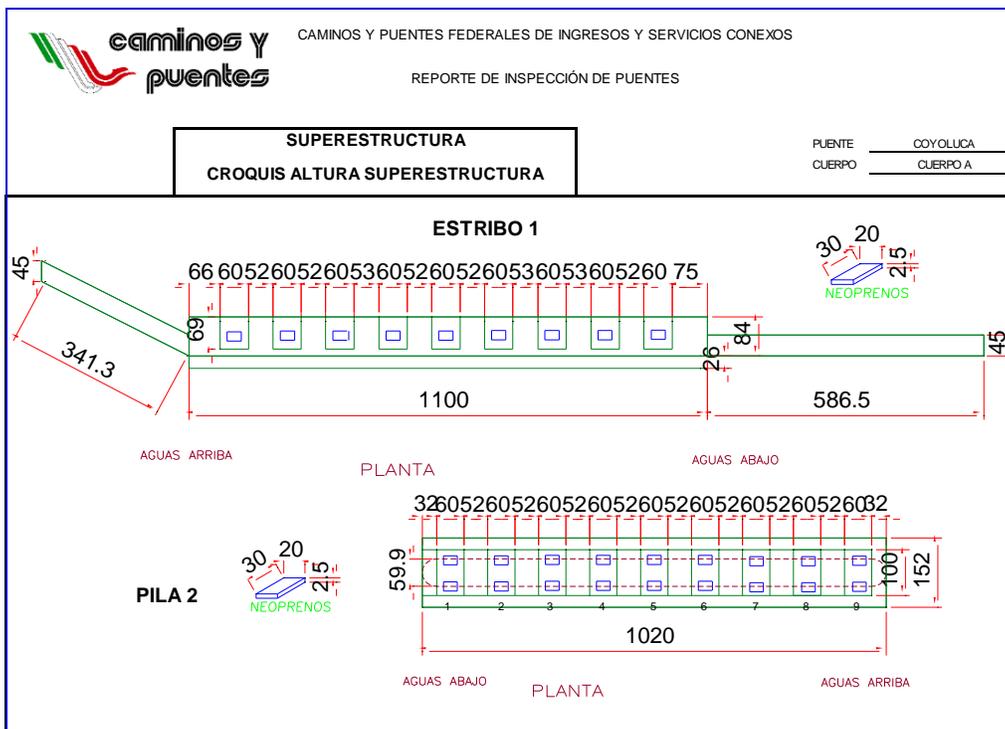
caminos y puentes CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS.

REPORTE DE INSPECCION DE PUENTES.

DISPOSITIVOS DE APOYO

PUNTE COYOLUCA
CUERPO CUERPO A
ESTRIBO Nº 1 (UNO)
EN CLARO 1 - 2

| TIPO | DAÑOS | DISPOSICION DE APOYO (VEA SE CROQUIS EN HOJA Nº 38) | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| | | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 |
| NEOPRENO | EXISTE ACUMULACION DE TIERRA, BASURA O HUMEDAD | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | | |
| | ESTA BLOQUEADO POR CONCRETO DEL COLADO DE LA SUPERESTRUCTURA | NO | NO | NO | NO | SI | NO | NO | NO | NO | | |
| | ESTA BLOQUEADO POR LA MADERA DEL MOLDE PARA EL COLADO DE LA SUPERESTRUCTURA | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | | |
| | DESPLAZAMIENTO RELATIVO ENTRE LAS PLACAS DE NEOPRENO Y DE ACERO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | | |
| | DESPLAZAMIENTO RESPECTO A SU POSICION ADECUADA | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | | |
| | LA SUPERESTRUCTURA NO TRASMITE CARGA AL APOYO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | | |
| | DEFORMACION EXCESIVA POR APLASTAMIENTO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | | |
| | DEFORMACION EXCESIVA POR DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | | |
| | LAS CARAS LATERALES PRESENTAN GRIETAS | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | | |
| | EL NEOPRENO PRESENTA DISGREGACION | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | | |
| SI EXISTEN OTROS DAÑOS, DESCRIBIRLOS _____ | | | | | | | | | | | | |
| EXISTEN FISURAS POR CONTRACCION DEL CONCRETO EN SOPORTE DE APOYO | | | | | | | | | | | | |
| | CALIFICACION: LEVE MODERADO GRAVE | | | | | | | | | | | |
| NEOPRENO CON ACERO Y TEFLON | NO ESTA PROTEGIDO ADECUADAMENTE | | | | | | | | | | | |
| | EXISTE ACUMULACION DE TIERRA, BASURA O HUMEDAD | | | | | | | | | | | |
| | LA OXIDACION HA PROVOCADO DETERIORO EN SUS ELEMENTOS METALICOS | | | | | | | | | | | |
| | EL TEFLON SE ENCUENTRA ROTO | | | | | | | | | | | |
| | EL ACERO INOXIDABLE ESTA DAÑADO | | | | | | | | | | | |
| | SI EXISTEN OTROS DAÑOS, DESCRIBIRLOS _____ | | | | | | | | | | | |
| | | CALIFICACION: LEVE MODERADO GRAVE | | | | | | | | | | |

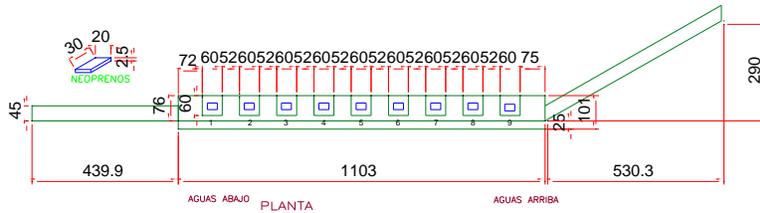




SUPERESTRUCTURA
CROQUIS ALTURA SUPERESTRUCTURA

PUENTE COYOLUCA
CUERPO CUERPO A

ESTRIBO 5



ELEMENTOS DE APOYO

PUENTE COYOLUCA
CUERPO CUERPO A

DAÑOS

CALIFICACION

SE PRESENTAN AGRIETAMIENTOS SI

| ELEMENTO DE APOYO | EN EL CIMENTO | EN EL CUERPO | EN LA CORONA | EN EL CABEZAL | EN LOS ALEROS DIAFRAGMA | ABERTURA MAXIMA DE LA GRIETA EN MM | CALIFICACION | | |
|-------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | | | | | | LEVE | MODERADO | GRAVE |
| NUM E-5 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 0.06 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| NUM E-5 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 0.06 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| NUM | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| NUM | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| NUM | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| NUM | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

INDICAR SI EL ELEMENTO ES DE: CONCRETO MAMPOSTERIA

SI ES DE MAMPOSTERIA INDICAR SI LAS GRIETAS SIGUIEN LAS JUNTAS DE LAS PIEDRAS Y SI SE PRESENTA DISLOCACION EN ESTRIBOS Nos. 1 Y 5 LOS CUERPOS SON DE CONCRETO Y PRESENTAN FISURAS LONGITUDINALES EN CUERPO Y CORONA, EN FILA No. 2, No.3 Y No.4 TODOS LOS ELEMENTOS SON DE CONCRETO Y NO PRESENTAN FISURAS.

EXISTEN ZONAS RESANADAS NO

INDICAR EN QUE ELEMENTO SE PRESENTAN, SU NUMERO Y LAS DIMENSIONES DEL RESANE MAYOR

| ELEMENTO DE APOYO | NUMERO | DIMENSIONES | LEVE | MODERADO | GRAVE |
|-------------------|--------|-------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| NUM. | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| NUM. | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| NUM. | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| NUM. | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| NUM. | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| NUM. | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |



REPORTE DE INSPECCIÓN DE PUENTES

ELEMENTOS DE APOYO

PUENTE COYOLUCA
CUERPO CUERPO A

Table with columns for DAÑOS, CALIFICACION (LEVE, MODERADO, GRAVE), and rows for ASENTAMIENTOS Y DESPLOMES. Includes checkboxes for various damage types like settlement, cracking, and vegetation.



REPORTE DE INSPECCIÓN DE PUENTES

PUENTE COYOLUCA
CUERPO CUERPO A

Form with multiple sections for bridge inspection criteria, including longitudinal alignment, water level, obstructions, and hydraulic capacity. Includes checkboxes and input fields for various conditions.



CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

REPORTE DE INSPECCIÓN DE PUENTES

PUENTE _____ COYOLUCA
CUERPO _____ CUERPO A

SE CONSIDERA NECESARIO RECTIFICAR EL CAUCE: SI NO

INDICAR POR QUE _____

EXISTE INVASION DEL CAUCE (ASENTAMIENTOS HUMANOS, SEMBRADOS, ETC.) DESCRIBIRLOS E INDICAR SI SE ENCUENTRAN AGUAS ARRIBA O AGUAS ABAJO, Y SI PUEDEN LLEGAR A CAUSAR PROBLEMAS _____

EXISTEN AFLUENTES EN LAS INMEDIACIONES DEL CRUCE QUE AFECTEN A LA ESTRUCTURA DEL PUENTE INDICAR EN QUE MARGEN Y SI SE ENCUENTRA AGUAS ARRIBA O AGUAS ABAJO _____

SI SE OBSERVAN ALGUNAS OTRAS CAUSAS QUE PUEDAN MODIFICAR EL FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DEL CAUCE INDICARLAS Y DESCRIBIRLAS _____



CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

REPORTE DE INSPECCIÓN DE PUENTES

**INSPECCION DE PUENTES Y PASOS A DESNIVEL
HOJA ANEXA**

PUENTE _____ COYOLUCA
CUERPO _____ CUERPO A

CALIFICACION DE LA ESTRUCTURA

GRADO A.- ESTRUCTURAS QUE PRESENTAN UNA O MAS DEFICIENCIAS GRAVES QUE IMPLIQUEN PELIGRO INMIMENTE PARA LA SEGURIDAD PUBLICA, O QUE PUEDAN OCASIONAR LA INTERRUPCION PROLONGADA DEL TRANSITO EN LA ZONA DE LA ESTRUCTURA. ESTAS ESTRUCTURAS REQUIEREN ATENCION INMEDIATA.

GRADO B.- AQUELLAS QUE PRESENTAN UNA O VARIAS DEFICIENCIAS IMPORTANTES QUE DE NO ATENDERSE PUEDEN EVOLUCIONAR HACIA DEFICIENCIAS GRAVES. ESTAS ESTRUCTURAS REQUIEREN ATENCION A MEDIANO PLAZO.

GRADO C.- LAS QUE SOLO PRESENTAN DEFICIENCIAS MENORES CON EVOLUCION LENTA Y UNICAMENTE REQUIEREN TRABAJOS RUTINARIOS DE CONSERVACION.

**INSPECCION DE PUENTES Y PASOS A DESNIVEL
OBSERVACIONES**

PUENTE COYOLUCA
CUERPO CUERPO A

DE LA EVALUACION DE LA INSPECCION DETALLADA DEL PUENTE Y TOMANDO COMO REFERENCIA LOS PARAMETROS DE LA CALIFICACION DE LA ESTRUCTURA SE LLEGA A LA SIGUIENTE CALIFICACION COMO A CONTINUACION SE DESGLOSA

| | |
|-------------------------------|------------|
| ACCESOS | "B" |
| VIALIDAD | "B" |
| SUPERESTRUCTURA | "C" |
| DISPOSITIVOS APOYO | "B" |
| SUBESTRUCTURA | "C" |
| CALIFICACION TOTAL DEL PUENTE | "B" |

NOTA: EN GENERAL LA CALIFICACIÓN DEL PUENTE COYOLUCA CPO. A ES DEL TIPO "B", DEBIDO A LA CONDICIÓN DE LAS JUNTAS DE DILATACIÓN Y DE LOS ESCURRIMIENTOS SOBRE ELEMENTOS DE CONCRETO DESDE LOS DRENES QUE HAN PERMITIDO LA ACUMULACIÓN DE BASURA Y ESCOMBRO EN LA ZONA DE APOYOS. ASÍ COMO LA CONDICIÓN DE LOS LAVADEROS QUE ESTAN LA SOCAVACIÓN DEL TERRAPLEN DE ACCESO (HASTA EL MOMENTO SE OBSERVAN VARIAS CAPAS DE CARPETA ASFÁLTICA PARA RENIVELAR EL TERRAPLEN CON EL PUENTE).

DESCRIPCIÓN DE DAÑOS.

LOS SOPORTES DE JUNTAS DE DILATACIÓN SE ENCUENTRAN OXIDADOS. LOS NEOPRENOS YA NO ESTAN EN SU LUGAR. EXISTEN ESCURRIMIENTOS Y RESTOS DE CARPETA ASFÁLTICA SOBRE ELEMENTOS DE CONCRETO EN ZONA DE JUNTAS. LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO SE ENCUENTRA FISURADA EN LÍNEA CENTRAL Y ACOTAMIENTOS. LOS DRENES ESTÁN OBSTRUIDOS POR VEGETACIÓN Y ESCOMBRO. HAY OTROS QUE ESCURREN SOBRE CORONAS Y CABEZAL DE PILAS Y ESTRIBOS. SECCIONES DE PARAPETO METÁLICO ESTÁN CORROÍDAS GRAVEMENTE. ELEMENTOS DE CONCRETO SE ENCUENTRAN MANCHADOS POR HUMEDAD, SUCIEDAD Y ESCOMBRO. EN DIAFRAGMAS Y TRABES HAY POROSIDAD Y FISURAS. LOS CUERPOS DE ESTRIBO PRESENTAN DESPLOME DE 10 A 15cm EN SU PARTE MÁS ALTA.

ACTIVIDADES A REALIZAR

LIMPIEZA Y PROTECCIÓN DE ELEMENTOS DE CONCRETO DE SUPERESTRUCTURA Y SUBESTRUCTURA
MANTENIMIENTO DE JUNTA DE DILATACIÓN EXISTENTE (RETIRO, NIVELACIÓN, PROTECCIÓN DE SOPORTE METÁLICO Y COLOCACIÓN)
CAMBIO DE SECCIONES, SANDBLASTEO Y PROTECCIÓN DE PARAPETO METÁLICO Y DE CONCRETO
SE DEBERÁ REALIZAR PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE LAVADEROS EN LOS ACCESOS. DEBERÁ OBSERVARSE SI NO HAY MOVIMIENTO EN ESTRIBOS (DESPLOME)
SE SUGIERE REALIZAR PROYECTO DE HABILITACIÓN DE DESAGUE DE DRENES HASTA EL CAUCE DEL CUERPO DE AGUA.

ANEXO B

Ejemplo de Reporte Fotográfico Autopista La Tinaja – Coloseacaque.

Tramo la Tinaja – La Isla. Puente Coyoluca Cuerpo A

**DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
GERENCIA DE PUENTES**

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **1**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

VISTA PANORAMICA
AGUAS ARRIBA

Estado del Elemento (Daño)

SE OBSERVAN ELEMENTOS DE SUPERESTRUCTURA Y SUBESTRUCTURA QUE CONSTITUYEN EL PUENTE.

Foto No. **2**



Localizacion del Elemento:

VISTA PANORAMICA
AGUAS ARRIBA

Estado del Elemento (Daño)

SE OBSERVAN PILAS CILINDRICAS QUE A SU VEZ SOPORTA CABEZAL Y VIGAS AASHTO TIPO III

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **3**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

ESTRIBO 1
DIRECCION LA TINAJA

Estado del Elemento (Daño)

TRABES AASHTO TIPO III
UNIDAS POR UN DIAFRAGMA Y
SOPORTADAS POR UN MURO
DE CARGA CON BASES DE
CONCRETO PARA LOS
NEOPRENOS

Foto No. **4**



Localizacion del Elemento:

VISTA DE PILA 2
DIRECCION COSAMALOAPAN

Estado del Elemento (Daño)

TRABES AASHTO TIPO III
UNIDAS POR UN DIAFRAGMA
SOPORTADAS POR CABEZAL Y
PILA CILINDRICAS CON BASES
DE CONCRETO Y NEOPRENOS
DONDE SE APOYAN LAS TRABES

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **5**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

**VISTA DE PILA 3
DIRECCION COSAMALOAPAN**

Estado del Elemento (Daño)

**TRABES AASHTO TIPO III
UNIDAS POR UN DIAFRAGMA
SOPORTADAS POR CABEZAL Y
PILA CILINDRICAS CON BASES
DE CONCRETO Y NEOPRENOS
DONDE SE APOYAN LAS TRABES**

Foto No. **6**



Localizacion del Elemento:

**VISTA DE PILA 4
VISTA AGUA ARRIBA**

Estado del Elemento (Daño)

**TRABES AASHTO TIPO III
UNIDAS POR UN DIAFRAGMA
SOPORTADAS POR CABEZAL Y
PILA CILINDRICAS CON BASES
DE CONCRETO Y NEOPRENOS
DONDE SE APOYAN LAS TRABES**

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **7**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

**VISTA DE PILA 4
DIRECCION LA TINAJA**

Estado del Elemento (Daño)

**TRABES AASHTO TIPO III
UNIDAS POR UN DIAFRAGMA
SOPORTADAS POR CABEZAL Y
PILA CILINDRICAS CON BASES
DE CONCRETO Y NEOPRENOS
DONDE SE APOYAN LAS TRABES**

Foto No. **8**



Localizacion del Elemento:

**ESTRIBO 5
DIRECCION COSAMALOAPAN**

Estado del Elemento (Daño)

**TRABES AASHTO TIPO III
UNIDAS POR UN DIAFRAGMA Y
SOPORTADAS POR UN MURO
DE CARGA CON BASES DE
CONCRETO PARA LOS
NEOPRENOS**

REALIZÓ:

REVISÓ:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

**DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
GERENCIA DE PUENTES**

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **9**

MAYO 2013



Localización del Elemento:

**ESTRIBO 1
DIRECCION LA TINAJA**

Estado del Elemento (Daño)

**TRABES AASHTO TIPO III
UNIDAS POR UN DIAFRAGMA Y
SOPORTADAS POR UN MURO
DE CARGA CON BASES DE
CONCRETO PARA LOS
NEOPRENOS**

Foto No. **10**



Localización del Elemento:

**ESTRIBO 1
DIRECCION LA TINAJA**

Estado del Elemento (Daño)

**LA SUPERFICIE DEL MURO
PRESENTA ESCURRIMIENTO
DEBIDO A LA JUNTA 1 Y
ACUMULACION DE CASCAJO**

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

**DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
GERENCIA DE PUENTES**

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **11**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

**ESTRIBO 1
NEOPRENOS APOYO 1
DIRECCION LA TINAJA**

Estado del Elemento (Daño)

**LOS NEOPRENOS SE
ENCUENTRAN EN BUEN ESTADO
SIN EMBARGO SE OBSERVA
MUCHA SUCIEDAD EN LA
SUPERFICIE DE LA BASE**

Foto No. **12**



Localizacion del Elemento:

**ESTRIBO 1
NEOPRENOS APOYO 2
DIRECCION LA TINAJA**

Estado del Elemento (Daño)

**LOS NEOPRENOS SE
ENCUENTRAN EN BUEN ESTADO
SIN EMBARGO SE OBSERVA
MUCHA SUCIEDAD EN LA
SUPERFICIE DE LA BASE**

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

**DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
GERENCIA DE PUENTES**

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **13**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

TRABE 3-4
CLARO 1
DIRECCION COSAMALOAPAN

Estado del Elemento (Daño)

SE OBSERVA POROSIDAD EN PATIN INFERIOR DE LAS TRABES ASI COMO SUCIEDAD HECEES FECALES DE AVES QUE HABITAN EN EL PUENTE

Foto No. **14**



Localizacion del Elemento:

TRABE 5-6
CLARO 1
DIRECCION COSAMALOAPAN

Estado del Elemento (Daño)

SE OBSERVA POROSIDAD EN PATIN INFERIOR DE LAS TRABES ASI COMO SUCIEDAD HECEES FECALES DE AVES QUE HABITAN EN EL PUENTE

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **15**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

**PILA 2
CLARO 2
DIRECCION COSAMALOAPAN**

Estado del Elemento (Daño)

**LA PILA PRESENTA
ESCURRIMIENTO EN AMBAS
CARAS DEBIDO A QUE EL LA
SUPERFICIE DE RODAMIENTO
LA JUNTA SE ENCUENTRA
ABIERTA**

Foto No. **16**



Localizacion del Elemento:

**PILA 2
CLARO 2
DIRECCION COSAMALOAPAN**

Estado del Elemento (Daño)

**LA PILA PRESENTA
ESCURRIMIENTO EN AMBAS
CARAS DEBIDO A QUE EL LA
SUPERFICIE DE RODAMIENTO
LA JUNTA SE ENCUENTRA
ABIERTA**

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

**DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
GERENCIA DE PUENTES**

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100

Foto No. **17**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

PILA 2
NEOPRENOS APOYO 1
DIRECCION LA TINAJA

Estado del Elemento (Daño)

LOS NEOPRENOS SE
ENCUENTRAN EN BUEN ESTADO
SIN EMBARGO SE OBSERVA
MUCHA SUCIEDAD EN LA
SUPERFICIE DE LA BASE

Foto No. **18**



Localizacion del Elemento:

PILA 2
NEOPRENOS APOYO 2
DIRECCION LA TINAJA

Estado del Elemento (Daño)

LOS NEOPRENOS SE
ENCUENTRAN EN BUEN ESTADO
SIN EMBARGO SE OBSERVA
MUCHA SUCIEDAD EN LA
SUPERFICIE DE LA BASE

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **19**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

**PILA 2
CABEZAL DE PILA
DIRECCION LA TINAJA**

Estado del Elemento (Daño)

**ESTE SE ENCUENTRA CON
EXCESIVA SUCIEDAD**

Foto No. **20**



Localizacion del Elemento:

**PILA 2
NEOPRENOS APOYO 9
DIRECCION LA TINAJA**

Estado del Elemento (Daño)

**LOS NEOPRENOS SE
ENCUENTRAN EN BUEN ESTADO
SIN EMBARGO SE OBSERVA
MUCHA SUCIEDAD EN LA
SUPERFICIE DE LA BASE**

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **21**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

**PILA 3
CLARO 2
DIRECCION COSAMALOAPAN**

Estado del Elemento (Daño)

LA PILA PRESENTA ESCURRIMIENTO EN AMBAS CARAS DEBIDO A QUE EN LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO LA JUNTA SE ENCUENTRA ABIERTA

Foto No. **22**



Localizacion del Elemento:

**PILA 3
PERFIL AGUAS ARRIBA**

Estado del Elemento (Daño)

LA PILA PRESENTA ESCURRIMIENTO EN AMBAS CARAS DEBIDO A QUE EN LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO LA JUNTA SE ENCUENTRA ABIERTA

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **23**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

**PILA 3
NEOPRENOS APOYO 1
DIRECCION LA TINAJA**

Estado del Elemento (Daño)

**LOS NEOPRENOS SE
ENCUENTRAN EN BUEN ESTADO
SIN EMBARGO LA SUPERFICIE
DE LA BASE TIENE UNA
SUPERFICIE IRREGULAR**

Foto No. **24**



Localizacion del Elemento:

**PILA 3
NEOPRENOS APOYO 3
DIRECCION LA TINAJA**

Estado del Elemento (Daño)

**LOS NEOPRENOS SE
ENCUENTRAN EN BUEN ESTADO
SIN EMBARGO LA SUPERFICIE
DE LA BASE TIENE UNA
SUPERFICIE IRREGULAR**

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

**DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
GERENCIA DE PUENTES**

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **25**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

**TRABE 5
CLARO 3
DIRECCION COSAMALOAPAN**

Estado del Elemento (Daño)

SE OBSERVA SUCIEDAD EN ALMA Y PATIN INFERIOR DE TRABE

Foto No. **26**



Localizacion del Elemento:

**TRABE 4 Y 5
CLARO 3
DIRECCION COSAMALOAPAN**

Estado del Elemento (Daño)

SE OBSERVA SUCIEDAD EN ALMA Y PATIN INFERIOR DE TRABE

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **27**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

**PILA 4
DIRECCION COSAMALOAPAN**

Estado del Elemento (Daño)

**LA PILA PRESENTA
ESCURRIMIENTO EN AMBAS
CARAS DEBIDO A QUE EN LA
SUPERFICIE DE RODAMIENTO
LA JUNTA SE ENCUENTRA
ABIERTA**

Foto No. **28**



Localizacion del Elemento:

**PILA 4
DIRECCION COSAMALOAPAN**

Estado del Elemento (Daño)

**LA PILA PRESENTA
ESCURRIMIENTO EN AMBAS
CARAS DEBIDO A QUE EN LA
SUPERFICIE DE RODAMIENTO
LA JUNTA SE ENCUENTRA
ABIERTA**

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

**DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
GERENCIA DE PUENTES**

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **29**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

**PILA 4
NEOPRENOS APOYO 2
DIRECCION LA TINAJA**

Estado del Elemento (Daño)

**LOS NEOPRENOS SE
ENCUENTRAN EN BUEN ESTADO
SIN EMBARGO LA SUPERFICIE
DE LA BASE TIENE UNA
SUPERFICIE IRREGULAR**

Foto No. **30**



Localizacion del Elemento:

**PILA 4
NEOPRENOS APOYO 3
DIRECCION LA TINAJA**

Estado del Elemento (Daño)

**LOS NEOPRENOS SE
ENCUENTRAN EN BUEN ESTADO
SIN EMBARGO LA SUPERFICIE
DE LA BASE TIENE UNA
SUPERFICIE IRREGULAR**

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COYOLUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **31**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

**ESTRIBO 5
DIRECCION COSAMALOAPAN**

Estado del Elemento (Daño)

**TRABES AASHTO TIPO III
UNIDAS POR UN DIAFRAGMA Y
SOPORTADAS POR UN MURO
DE CARGA CON BASES DE
CONCRETO PARA LOS
NEOPRENOS**

Foto No. **32**



Localizacion del Elemento:

**ESTRIBO 5
DIRECCION COSAMALOAPAN**

Estado del Elemento (Daño)

**EL MURO PRESENTA UN
DESPLOME DE HASTA 10 CM**

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **33**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

ESTRIBO 1 Y 5

Estado del Elemento (Daño)

LOS MUROS PRESENTAN UN DESPLOME DE HASTA 10 CM LO QUE A PROVOCADO QUE LAS JUNTAS SE ABRAN

Foto No. **34**



Localizacion del Elemento:

ESTRIBO 1 Y 5

Estado del Elemento (Daño)

LOS MUROS PRESENTAN UN DESPLOME DE HASTA 10 CM LO QUE A PROVOCADO QUE LAS JUNTAS SE ABRAN

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

**DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
GERENCIA DE PUENTES**

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **35**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

SUPERFICIE DE RODAMIENTO

Estado del Elemento (Daño)

LA SUPERFICIE SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO

Foto No. **36**



Localizacion del Elemento:

JUNTA 1

Estado del Elemento (Daño)

ESTA PRESENTA AGRIETAMIENTO EN EL ASFALTO Y DEBIDO AL DESPLOME DE LOS MUROS DE LOS ESTRIBOS ESTAS SE ESTAN ABRIENDO

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

**DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
GERENCIA DE PUENTES**

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **37**

MAYO 2013



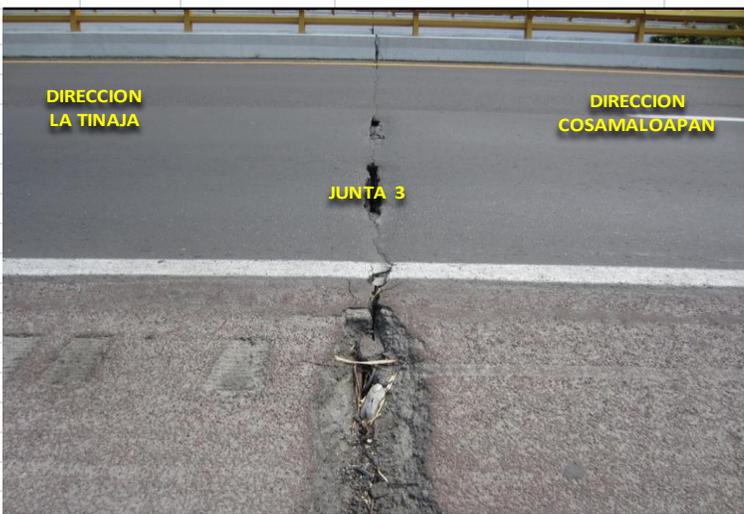
Localizacion del Elemento:

JUNTA 2

Estado del Elemento (Daño)

ESTA PRESENTA AGRIETAMIENTO EN EL ASFALTO Y DEBIDO AL DESPLOME DE LOS MUROS DE LOS ESTRIBOS ESTAS SE ESTAN ABRIENDO Y SE HACE MAS NOTORIO EN LA ZONA DEL ACOTAMIENTO

Foto No. **38**



Localizacion del Elemento:

JUNTA 3

Estado del Elemento (Daño)

ESTA PRESENTA AGRIETAMIENTO EN EL ASFALTO Y DEBIDO AL DESPLOME DE LOS MUROS DE LOS ESTRIBOS ESTAS SE ESTAN ABRIENDO Y SE HACE MAS NOTORIO EN LA ZONA DEL ACOTAMIENTO

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **39**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

SUPERFICIE DE RODAMIENTO

Estado del Elemento (Daño)

LA SUPERFICIE SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO

Foto No. **40**



Localizacion del Elemento:

ESPESOR DE CARPETA ASFALTICA

Estado del Elemento (Daño)

SE OBSERVA QUE EL GROSOR DE LA CARPETA ES DE 7.5 CM

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

**DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
GERENCIA DE PUENTES**

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100

Foto No. 41

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

HOMBRO DERECHO DRENES
CLARO 1 (E1-P2)
DIRECCION COSAMALOAPAN

Estado del Elemento (Daño)

ESTOS SE ENCUENTRAN
LLENOS DE TIERRA O TAPADOS
DE HIERVA

Foto No. 42



Localizacion del Elemento:

HOMBRO DERECHO DRENES
CLARO 2 (P2-P3)
DIRECCION COSAMALOAPAN

Estado del Elemento (Daño)

ESTOS SE ENCUENTRAN
LLENOS DE TIERRA O TAPADOS
DE HIERVA

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

**DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
GERENCIA DE PUENTES**

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **43**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

**PARAPETO METALICO
HOMBRO DERECHO DIRECCION
COSAMALOAPAN**

Estado del Elemento (Daño)

**ESTE SE ENCUENTRA SUCIO Y
CON DESPRENDIMIENTO DE
SUS CAPAS DE PINTURA**

Foto No. **44**



Localizacion del Elemento:

**PARAPETO METALICO
HOMBRO DERECHO DIRECCION
COSAMALOAPAN**

Estado del Elemento (Daño)

**ESTE SE ENCUENTRA SUCIO Y
CON DESPRENDIMIENTO DE
SUS CAPAS DE PINTURA**

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **45**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

**PARAPETO DE CONCRETO
HOMBRO IZQUIERDO
DIRECCION COSAMALOAPAN**

Estado del Elemento (Daño)

**PRESENTA DESPRENDIMIENTO
DE PINTURA Y FISURAS**

Foto No. **46**



Localizacion del Elemento:

**PARAPETO DE CONCRETO
HOMBRO DERECHO DIRECCION
COSAMALOAPAN**

Estado del Elemento (Daño)

**PRESENTA DESPRENDIMIENTO
DE PINTURA Y FISURAS**

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **49**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

TOPOGRAFIA

Estado del Elemento (Daño)

**CUADRILLA TOPOGRAFICA
REVISANDO NIVELES DEL
PUENTE**

Foto No. **50**



Localizacion del Elemento:

TOPOGRAFIA

Estado del Elemento (Daño)

**CUADRILLA TOPOGRAFICA
REVISANDO NIVELES DEL
PUENTE**

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

**DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
GERENCIA DE PUENTES**

ESTRUCTURA TIPO ESPECIAL A INSPECCIONAR UBICADA EN :

AUTOPISTA LA TINAJA - LA ISLA

REPORTE FOTOGRAFICO

Estructura **PUENTE COLOYUCA CUERPO A KM 26+100**

Foto No. **51**

MAYO 2013



Localizacion del Elemento:

SEÑALAMIENTO

Estado del Elemento (Daño)

DURANTE LOS TRABAJOS DE INSPECCION HUBO BANDEREROS, CONOS Y TRAFITAMBOS QUE INDICABAN QUE HABIA PERSONAL TRABAJANDO EN EL PUENTE

Foto No. **52**



Localizacion del Elemento:

SEÑALAMIENTO

Estado del Elemento (Daño)

DURANTE LOS TRABAJOS DE INSPECCION HUBO BANDEREROS, CONOS Y TRAFITAMBOS QUE INDICABAN QUE HABIA PERSONAL TRABAJANDO EN EL PUENTE

REALIZO:

REVISO:

APROBÓ:

INSPECTOR DE PUENTES

ING. ESTRUCTURISTA

COORDINADOR GENERAL

CONCLUSIONES

Los puentes son una parte importante del patrimonio en infraestructura del país, ya que son puntos medulares en una red vial para la transportación en general y en consecuencia para el desarrollo de los habitantes. Preservar este patrimonio de una degradación prematura es, pues, una de las tareas más importantes de cualquier administración de carreteras sea pública o privada. Para ello hay que dedicar medios humanos y técnicos suficientes que permitan tener un conocimiento completo y actualizado de su estado, que permita definir el volumen de recursos necesarios para su conservación y garanticen el empleo óptimo y eficaz de dichos recursos.

En el terreno de la normatividad también sería útil ampliar la existencia sobre productos de reparación y protección del concreto. En relación con dichos productos también hay que promover la formación de equipos y empresas especializadas en su aplicación que se sumen a las que ya están en el mercado. Se deben proponer períodos de supervisión más cortos para los puentes más importantes, como los internacionales (que tienen gran aforo); puentes especiales como son los atirantados o lanzados (de gran longitud y altura); y también se deben hacer paquetes para supervisión de puentes de tramos más importantes para la red vial. Todo esto con el fin de hacer del proceso de conservación un proceso más dinámico mediante el cual se garantice la estabilidad de la red y el desarrollo de más ciudades del país

Las siguientes líneas son de suma importancia para la síntesis de lo que se busca en una inspección de cualquier tipo:

Factores que causan el deterioro del concreto:

A) Congelamiento y deshielo. Los poros del concreto absorben agua, la que al congelarse crea una presión expansiva. Esta expansión produce resquebrajamiento, descapellamiento o despostillamiento y astillamiento.

B) Acción de la sal. El uso de la sal o de otros descongelantes contribuyen a la intemperización del concreto a través de la recristalización.

C) Deformaciones térmicas diferenciales. Grandes variaciones de temperatura pueden provocar una deformación diferencial excesiva entre la superficie y el interior del concreto, lo que provoca ocasionalmente un deterioro. Agregados con bajo coeficiente de dilatación térmico respecto a la pasta de cemento provocan altos esfuerzos de tensión, con el consiguiente deterioro.

D) Defecto de los agregados. Aquellos agregados de estructura débil y/o hendida, son materiales vulnerables a los efectos del intemperismo, la humedad atmosférica y el frío intenso.

E) Agregados reactivos y alta alcalinidad en la pasta del cemento. El resquebrajamiento y debilidad del concreto en la estructura resulta de estas combinaciones, especialmente cuando se encuentra expuesto a los elementos intemperantes.

F) Filtraciones. La filtración de agua a través de grietas o fisuras en el interior de la masa de concreto, provoca escurrimiento de hidróxido de calcio disuelto y otros componentes.

G) Deterioro por desgaste o abrasión. El desgaste por tráfico vehicular y los impactos causan deterioro a la losa del puente; así como las guarniciones son dañadas por raspaduras provocadas por vehículos que derrapan en superficies de rodamiento desgastadas y lisas. En la losa el desgaste se presenta con grietas y daños en las juntas de dilatación.

H) Corrosión en el acero de refuerzo. El incremento en el volumen del acero expuesto corroído ocasiona un aumento en la presión interna de la masa del concreto, dando por resultado desprendimiento de los recubrimientos.

Que observar durante la inspección:

Desconchamientos o descarpelamiento: La gradual y pérdida continua del mortero y agregados superficiales sobre un área de concreto expuesta. El inspector debe describir el carácter del desconchamiento o descarpelamiento, el área aproximada observada y la localización de la misma.

Agrietamiento: Una grieta es una línea que muestra una fractura en el concreto. La grieta se puede extender parcial o completamente a lo largo y a través del miembro de concreto. Cuando se reporten grietas deben describirse su tipo, dimensiones de abertura y longitud, dirección y localización. Hay que comparar los resultados de la inspección generada con los de una inspección previa para determinar si el agrietamiento continuara o se detendrá.

Factores que causan el deterioro del acero.

A) Aire y humedad. El aire y la humedad son causantes primariamente de oxidación y posteriormente de corrosión en el acero, especialmente en climas marinos.

B) Gases industriales y de vehículos. Los gases dispersos en la atmósfera, producto de la combustión de diesel particularmente producen el ácido sulfúrico, causando severo deterioro en el acero.

C) Agua marina y fango. Sin protección de los miembros de acero, cada uno de los elementos sumergidos en agua marina y cubiertos de fango, corren el gran riesgo de sufrir serios daños que pueden provocar fallas de la sección de acero.

D) Esfuerzos térmicos o sobrecargas. Cuando el movimiento por dilatación térmica de los miembros, es restringido, o alguno de los miembros es sometido a un sobreesfuerzo, se pueden producir deformaciones o fracturas o el desprendimiento de remaches y pernos.

E) Fatiga y concentración de fuerzas. La mayoría de las fracturas son producto de fatiga o deficiencia de detalles constructivos que se producen de una gran concentración de esfuerzos. Ejemplos de estos son: esquinas agudas, cambios bruscos de espesor y/o ancho de placas, pesadas concentraciones de soldadura, una insuficiente área de soporte en los apoyos, etc.

F) Colisiones. Camiones, cargas excedidas descarrilamiento de autos, etc, cuando estos golpean las traveses o columnas, producen daños considerables al puente.

G) Deshechos animales. Esta es una causa de corrosión y es considerada como un tipo especial de ataque químico que puede llegar a ser muy severo.

Que observar durante la inspección.

Herrumbre: La herrumbre en el acero presenta varias coloraciones que van desde el rojo intenso hasta el café rojizo. Inicialmente la herrumbre es un fino granulado, pero a medida que transcurre el tiempo se convierte en pequeñas escamas. Eventualmente la herrumbre se disemina a lo largo de todo el miembro. El inspector debe anotar su localización, características y área de extensión.

Grietas: Las grietas en el acero se diversifican en formas muy finas pero suficientes para debilitar al miembro afectado. Todos los tipos de grietas son obviamente serias, y deben ser reportados de inmediato y especificar cuando se trata de grietas que se cierran y se abren.

Pandeo y torsión: Estas condiciones se desarrollan a causa de los esfuerzos térmicos, sobrecargas o algunas otras circunstancias de carga como la reversible, que aun sin llegar a producir los esfuerzos de trabajo ocasionan fatiga en el acero.

Los daños por colisión son una causa mas que provocan el pandeo, torsión y cortes.

Concentración de esfuerzos: Debe observarse la pintura que se encuentra alrededor de las juntas ya que la existencia de finas grietas indican altas concentraciones de esfuerzos. Hay que ponerse alerta con cualquier tipo de deformación tanto en los pernos como en los remaches y de las placas o cartabones que sujetan

BIBLIOGRAFIA

- AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, American Association of State Highway and Transportation, 1993
- Sistema de Puentes de México (SIPUMEX).- Special Inspection; User's Manual.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Subsecretaría de Infraestructura, Dirección General de Construcción y Conservación de Obra Pública.- México, 1994.
- Instituto Mexicano del Transporte, Secretaria de Comunicaciones y Transportes. Publicación Técnica No.202 "Estado Superficial y Costos de operación en Carreteras" Arroyo Osorio J.A. Aguerrebere Salido R. (2002)
- Normas Técnicas para el Proyecto de Puentes Carreteros, Tomos I y II, Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Subsecretaría de Infraestructura, México, 1992.
- Torres Acosta, A.A., (2001), "durabilidad de estructuras de concreto expuestas a un ambiente marino. Parte 1 - Periodo de la Iniciación de la corrosión (T1), Construcción y Tecnología, VOL. 13, no.157, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, jun 2001, pp. 24-35.
- Paul H. Wright "Ingeniería de Carreteras" Editorial Limusa 1993.
- Secretaria de Comunicaciones y Transportes, SCT (portal internet)

