



# Resolución Directoral

N° 012-2006-MTC/14.

Lima, 14 de Marzo 2006.

## CONSIDERANDO

Que, por Ley N° 27791, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, tiene como función integrar interna y externamente al país para lograr un racional ordenamiento territorial vinculando las áreas de recursos, producción, mercados y centros poblados a través de la formulación, promoción, ejecución y supervisión de la infraestructura de transportes y comunicaciones;

Que, el Artículo 60° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aprobado con Decreto Supremo N° 041-2002-MTC, modificado por Decreto Supremo N° 017-2003-MTC, establece que la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, está a cargo de dictar normas sobre el uso y desarrollo de la infraestructura de carretera, puentes y ferrocarriles, así como de fiscalizar su cumplimiento en las redes viales del país;

Que, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 65°, literal a), del citado Reglamento, la Dirección de Normatividad Vial de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles; tiene como función, entre otras: elaborar, proponer y administrar la actualización de normas, especificaciones técnicas, incluyendo normas, para el desarrollo de estudios de suelos y rocas, geológicos, geotécnicos e hidrológicos, ensayo y homologación de materiales, diseño de pavimentos y cimentación; así como reglamentos de ejecución de obras de construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de las redes viales del país y de la red ferroviaria, así como su divulgación en el ámbito nacional;

Que, mediante Resolución Directoral N° 042-2004-MTC/14 de fecha 05 de noviembre de 2004 se aprobó la Directiva N° 010-2004-MTC/14, sobre "Guía para Inspección de Puentes", encargándose a la Dirección de Normatividad Vial la actualización de la misma;

Que, mediante Informe N° 004-2006-MTC/14.04, la Dirección de Normatividad Vial, informa que se ha actualizado la Directiva, "Guía para Inspección de Puentes", con el objeto de proporcionar pautas para realizar la inspección apropiada de los componentes de los puentes del Sistema Nacional de Carreteras del Perú a través de procedimientos técnicos estandarizados, para el cumplimiento y aplicación obligatoria por parte de los entes ejecutores y/o gestores de la red vial correspondiente;



Que, en consecuencia resulta necesario aprobar la Directiva N° 001-2006-MTC/14;

De conformidad con lo dispuesto por Ley N° 27791 y los Decretos Supremos N° 041-2002-MTC y 017-2003-MTC, y en uso de las facultades conferidas por Resolución Ministerial N° 932-2004-MTC/02;

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.-** Aprobar, la Directiva N° 001-2006-MTC/14, "Guía para Inspección de Puentes", la misma que consta de ochenta (80) folios, que debidamente rubricados, forman parte integrante de la presente Resolución.

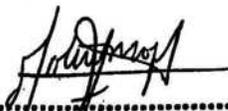
**ARTÍCULO SEGUNDO.-** Disponer, que la Dirección de Normatividad vial, sea la encargada de actualizar la presente Directiva.

**ARTÍCULO TERCERO.-** Notificar la presente Resolución a los órganos, competentes, para su conocimiento y debido cumplimiento.

**ARTICULO CUARTO.-** Dejar sin efecto la Resolución Directoral N° 042-2004-MTC/14.

Regístrese y Comuníquese.



  
.....  
RICARDO OTINIANO MOQUILLAZA  
DIRECTOR GENERAL  
Dirección General de Caminos y Ferrocarriles



**Ministerio de Transportes y Comunicaciones  
República del Perú**

**DIRECCIÓN GENERAL DE  
CAMINOS Y FERROCARRILES**

**Directiva N° 01-2006-MTC/14**

**“GUÍA PARA INSPECCIÓN DE  
PUENTES”**

**Aprobado por la Resolución Directoral  
N° 012-2006-MTC/14 del 14 de marzo del año 2006**



# Resolución Directoral

N° 012-2006-MTC/14.

Lima, 14 de Marzo 2006.

## CONSIDERANDO

Que, por Ley N° 27791, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, tiene como función integrar interna y externamente al país para lograr un racional ordenamiento territorial vinculando las áreas de recursos, producción, mercados y centros poblados a través de la formulación, promoción, ejecución y supervisión de la infraestructura de transportes y comunicaciones;

Que, el Artículo 60° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aprobado con Decreto Supremo N° 041-2002-MTC, modificado por Decreto Supremo N° 017-2003-MTC, establece que la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, está a cargo de dictar normas sobre el uso y desarrollo de la infraestructura de carretera, puentes y ferrocarriles, así como de fiscalizar su cumplimiento en las redes viales del país;

Que, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 65°, literal a), del citado Reglamento, la Dirección de Normatividad Vial de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles; tiene como función, entre otras: elaborar, proponer y administrar la actualización de normas, especificaciones técnicas, incluyendo normas, para el desarrollo de estudios de suelos y rocas, geológicos, geotécnicos e hidrológicos, ensayo y homologación de materiales, diseño de pavimentos y cimentación; así como reglamentos de ejecución de obras de construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de las redes viales del país y de la red ferroviaria, así como su divulgación en el ámbito nacional;

Que, mediante Resolución Directoral N° 042-2004-MTC/14 de fecha 05 de noviembre de 2004 se aprobó la Directiva N° 010-2004-MTC/14, sobre "Guía para Inspección de Puentes", encargándose a la Dirección de Normatividad Vial la actualización de la misma;

Que, mediante Informe N° 004-2006-MTC/14.04, la Dirección de Normatividad Vial, informa que se ha actualizado la Directiva, "Guía para Inspección de Puentes", con el objeto de proporcionar pautas para realizar la inspección apropiada de los componentes de los puentes del Sistema Nacional de Carreteras del Perú a través de procedimientos técnicos estandarizados, para el cumplimiento y aplicación obligatoria por parte de los entes ejecutores y/o gestores de la red vial correspondiente;



Que, en consecuencia resulta necesario aprobar la Directiva N° 001-2006-MTC/14;

De conformidad con lo dispuesto por Ley N° 27791 y los Decretos Supremos N° 041-2002-MTC y 017-2003-MTC, y en uso de las facultades conferidas por Resolución Ministerial N° 932-2004-MTC/02;

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.-** Aprobar, la Directiva N° 001-2006-MTC/14, "Guía para Inspección de Puentes", la misma que consta de ochenta (80) folios, que debidamente rubricados, forman parte integrante de la presente Resolución.

**ARTÍCULO SEGUNDO.-** Disponer, que la Dirección de Normatividad vial, sea la encargada de actualizar la presente Directiva.

**ARTÍCULO TERCERO.-** Notificar la presente Resolución a los órganos, competentes, para su conocimiento y debido cumplimiento.

**ARTICULO CUARTO.-** Dejar sin efecto la Resolución Directoral N° 042-2004-MTC/14.



Regístrese y Comuníquese.



  
.....  
RICARDO OTINIANO MOQUILLAZA  
DIRECTOR GENERAL  
Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

**DIRECTIVA N° 01- 2006 - MTC/14**  
**“GUIA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES”**

**INDICE**

**1.0 INTRODUCCIÓN**

- 1.1 ANTECEDENTES
- 1.2 FINALIDAD
- 1.3 OBJETIVOS
- 1.4 ALCANCES
- 1.5 BASE LEGAL

**2.0 INSPECCIÓN**

- 2.1 GENERALIDADES
- 2.2 FRECUENCIA
- 2.3 REQUISITOS Y OBLIGACIONES DEL PERSONAL DE INSPECCIÓN
- 2.4 EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS PARA LAS INSPECCIONES
- 2.5 PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN
- 2.6 EJECUCIÓN DE LA INSPECCIÓN

**3.0 INFORMES DE INSPECCIÓN**

- 3.1 INTRODUCCIÓN
- 3.2 DEL INFORME DE INSPECCIÓN
- 3.3 INSPECCIÓN EFECTUADA POR EL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO
- 3.4 ESTIMACIÓN DE RECURSOS
- 3.5 IDENTIFICACIÓN DE PUENTES EN SITUACIÓN CRÍTICA

**4.0 ANEXOS:**

- ANEXO N° 01: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PUENTES
- ANEXO N° 02: GRÁFICOS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS DE PUENTES
- ANEXO N° 03: TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN
- ANEXO N° 04: DETALLES GRÁFICOS DE ELEMENTOS A INSPECCIONAR
- ANEXO N° 05: DEFECTOS Y PROBLEMAS DE LOS PUENTES
- ANEXO N° 06: PRUEBAS EN LOS COMPONENTES DE UN PUENTE

**1.1 ANTECEDENTES**

**1.2 FINALIDAD**

**1.3 OBJETIVOS**

**1.4 ALCANCES**

**1.5 BASE LEGAL**

# **1.0 INTRODUCCIÓN**

## 1.0 INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

Una infraestructura vial adecuada es fundamental para el desarrollo socio económico del país.

En un contexto geográfico como el peruano, con una parte de su población ubicada en áreas rurales, las carreteras toman importancia para la integración e interconexión del país. Por esta razón, entre otras, es muy importante que el sistema nacional de carreteras permanezca en buenas condiciones de transitabilidad, a fin de que el transporte se efectúe en forma eficiente y seguro.

En muchos casos, los puentes son el componente más vulnerable de una carretera y, aplicando una metáfora, una cadena no está más fuerte que su eslabón más débil; los puentes frecuentemente son los elementos que influyen en que la continuidad del servicio de transporte se efectúe en forma permanente y segura, favoreciendo en general un apropiado funcionamiento del Sistema Nacional de Carreteras del país.

La condición de los puentes de la Red Vial del Perú varía considerablemente. Muchas estructuras con más de cincuenta años de uso, generalmente sufren daños por falta de un mantenimiento adecuado, más que por su antigüedad. Algunas de las estructuras presentan un estado crítico con respecto a su estabilidad estructural y capacidad de carga y, en esas condiciones, la seguridad del tránsito asume altos niveles de incertidumbre asociados a riesgos crecientes.

Los puentes además, se ven afectados, entre otros aspectos, por las sobre cargas, influencia del ambiente, fenómenos naturales como terremotos e inundaciones, lo que origina su deterioro.

El fenómeno periódico climático conocido como “El Niño” es el factor de la naturaleza que más afecta la condición de la Red Vial del Perú, causando fuertes precipitaciones e inundaciones que, frecuentemente, ocasionan grandes pérdidas económicas y sociales, que se reflejan en pérdidas en la infraestructura, en la producción y en la actividad económica general del Perú.

Dicho fenómeno se repite periódicamente en forma intensa. El más reciente y con consecuencias funestas ocurrió el año 1998; en dicha ocasión muchas estructuras de puentes fueron afectadas.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones tiene plena conciencia de los problemas aquí indicados, y ha considerado necesario, a través de las Políticas de Gestión de la Infraestructura Vial, tomar medidas para mejorar la condición de los niveles de seguridad y de servicio de la red vial, incluyendo los puentes.

De allí la importancia que reviste la necesidad de contar con un instrumento que nos oriente y que nos sirva como “GUIA PARA INSPECCION DE PUENTES”, permitiéndonos conocer el estado actual de dichas estructuras.

## **1.2 FINALIDAD**

Establecer una guía para inspección de puentes a fin de constatar el estado de los componentes de los mismos que permita la toma de decisiones orientados a mantener la continuidad de la transitabilidad de la infraestructura vial en forma eficiente y segura.

## **1.3 OBJETIVOS**

El objetivo de la Guía es proporcionar pautas para realizar la inspección apropiada de los componentes de los puentes del Sistema Nacional de Carreteras del Perú a través de procedimientos técnicos estandarizados.

## **1.4 ALCANCES**

La presente Directiva será de cumplimiento y aplicación obligatoria por los entes ejecutores y/o gestores de la red vial correspondiente, a través de los Ingenieros responsables de las Inspecciones de los Puentes.

## **1.5 BASE LEGAL**

Ley N° 27779, Ley Orgánica que modifica la Organización y Funciones de los Ministerios.

Ley N° 27791, Ley de Organizaciones y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Decreto Supremo N° 041-2002-MTC, aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y su modificatoria, Decreto Supremo N° 017-2003-MTC.

Ley N° 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre y su modificatoria Ley N° 28172.

Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales y su modificatoria Ley N° 27902.

Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria Ley N° 28268.

Manual de Diseño de Puentes aprobado mediante R. M. N° 589-2003-MTC/02 del 31.07.03

**2.1 GENERALIDADES**

**2.2 FRECUENCIA**

**2.3 REQUISITOS Y OBLIGACIONES DEL  
PERSONAL DE INSPECCION**

**2.4 EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS  
PARA LAS INSPECCIONES**

**2.5 PROCEDIMIENTOS DE LA  
INSPECCION**

**2.6 EJECUCION DE LA INSPECCION**

**2.0 INSPECCIÓN**

## 2.0 INSPECCIÓN

### 2.1 GENERALIDADES

Se entiende por inspección al conjunto de acciones de gabinete y campo, desde recopilación de información (historia del puente, expedientes técnicos del proyecto, planos post construcción, inspecciones previas, etc.), hasta la toma de datos en campo, a fin de conocer el estado del puente en un instante dado.

La inspección de un puente tiene dos objetivos, asegurar el tráfico sin riesgo sobre la estructura, y detectar las deficiencias existentes, recomendando las acciones para corregirlas. Una es inspección de seguridad y la otra para mantenimiento del puente.

Los tipos de inspección son:

- a) Inspección inicial (de inventario)
- b) Inspección rutinaria (periódica)
- c) Inspección de daños
- d) Inspección especial

El rol del Ingeniero Inspector es el de proveer información amplia y detallada sobre el estado del puente, como resultado de la inspección, documentando sus condiciones y deficiencias, alertando sobre los riesgos que sus hallazgos tengan en la seguridad del usuario y la integridad de las estructuras, debiendo estar constantemente alerta para que los pequeños problemas no se conviertan en costosas reparaciones.

Debido a las fuerzas destructivas de la naturaleza, el incremento del tráfico y la presencia de vehículos sobrecargados, las estructuras de los puentes presentan deficiencias o defectos. Los inspectores deben examinar e informar acerca de esos cambios de condición.

Para conocer la condición real existente y evaluar cada uno de los elementos del puente, es necesario un programa de inspecciones, el cual debe realizarse en forma organizada.

Los antecedentes del puente estarán en un archivo, conteniendo su historial, información estructural, datos estructurales, descripción de la infraestructura y superestructura, información de tránsito, evaluación de cargas e inspecciones anteriores, entre otros aspectos.

Dado el avance tecnológico, los procesos constructivos empleados, así como los diferentes materiales, han dado origen a diversos tipos de puentes a lo largo de la historia. El Anexo N° 01 describe las

características principales de los diferentes tipos de puentes; y en el Anexo N° 02, se presenta los gráficos de las diferentes tipos de estructuras de puentes.

## 2.2 FRECUENCIA

Los puentes en servicio deben ser evaluados, por lo menos, una vez al año, por parte de personal adiestrado específicamente para la identificación y evaluación de daños.

Los componentes sumergidos del puente deben ser inspeccionados cada tres (3) años con personal especializado. La época más recomendable para realizar esta inspección es al término de la temporada de lluvias, cuando la disminución de los niveles de agua facilite el acceso bajo las obras y se observa los indicios de socavación, que es causa principal del colapso del puente.

En casos extraordinarios se deberá disponer de Inspecciones Especiales.

La Inspección será visual y física, existiendo otras técnicas avanzadas (destructivas y no destructivas), para inspección específicas de concreto, acero y madera.

## 2.3 REQUISITOS Y OBLIGACIONES DEL PERSONAL DE INSPECCION

### 2.3.1 Requisitos mínimos del Ingeniero Inspector:

**Ingeniero Inspector:** Ingeniero civil colegiado y habilitado para el ejercicio de la profesión, con 5 años de experiencia en vialidad y 3 años como mínimo en diseño, evaluación y/o inspección de puentes, tener conocimiento de los materiales y el comportamiento estructural de sus elementos.

### 2.3.2 Obligaciones del Ingeniero Inspector:

- a) Organizar la Inspección.
- b) Ejecutar la Inspección.
- c) Preparar el informe pertinente con las recomendaciones debidamente sustentadas y/o justificadas.

### 2.3.3 Seguridad del Personal Durante la Inspección

Generalmente las estructuras de los puentes están a la vista, pero en muchos casos será imposible la observación detallada sin los medios auxiliares de acceso a los distintos puntos de la misma. Dentro de los medios auxiliares que facilitan la aproximación y seguridad del personal de la inspección a las distintas partes de la

estructura se incluyen desde los medios básicos (casco, cinturones de seguridad, escaleras, etc.) hasta los 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 pilares huecos, escaleras de acceso y vigas cajón en puentes).



La cara inferior del tablero, es la zona donde suelen concentrarse la mayoría de los problemas y para salvar la dificultad del acceso es necesario contar con medios auxiliares que permitan realizar la auscultación en las máximas condiciones de seguridad para el equipo humano que realiza el trabajo y con la mínima interrupción de la funcionalidad de la vía en la que se encuentra la estructura.



Compete al ingeniero Inspector verificar que el personal a su cargo realice su trabajo con las medidas de seguridad y salubridad mínimas exigibles conforme a la normativa vigente.

## 2.4 EQUIPOS Y/O HERRAMIENTAS PARA LAS INSPECCIONES

Para efectuar las inspecciones, se requiere como mínimo, sin ser limitativo, los siguientes equipos y/o herramientas :

### a) Herramientas para Limpieza

- Cepillo de alambre.
- Cinturón de herramientas.
- Pala plana.



- Chalecos reflectantes.
- Casco.
- Botas.
- Gafas.



**b) Herramientas para ayuda visual**

- Binoculares.
- Flexómetro de 5 m.
- Wincha de 30 m.
- Plomadas.
- Nivel de carpintero de 1 m.
- Lupas micrometricas.
- Vernier.
- Medidor de grietas óptico.
- Medidor de espesor de pintura.
- Termómetro.
- Crayola o tiza.
- Espejos de inspección.
- Tinte penetrante.
- Endoscopios.



**c) Herramientas para documentación**

- Cámaras fotográficas.
- Libreta de campo.
- Video cámara.



**d) Herramientas para acceso**

- Escaleras.
- Pasarelas.
- Canastillas.
- Arneses.
- Tilfor.
- Poleas.
- Chalecos salvavidas.
- Correa de seguridad.



**e) Herramientas para miscelaneas**

- Caja de herramientas (llaves)
- Botiquín de primeros auxilios.
- Radios (walkie-talkies)
- Linterna.
- Martillo, pala plana, destornillador, navaja.



**f) Equipo de señalamiento para inspección de calzadas:**

- Conos de plástico.
- Triángulos.



- y demás señales de seguridad.

**g) Equipo para la verificación de los niveles del puente:**

- Teodolito.
- Nivel.
- Mira.
- Winchas.
- Jalones y estacas.
- Libreta de campo.



## 2.5 PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN

Generalmente es ventajoso emplear un procedimiento sistemático, es decir seguir una rutina de inspección en todos los puentes.

Las cuadrillas de personal de mantenimiento y el cuerpo de inspectores de puentes deben trabajar en coordinación. Los inspectores son la fuente principal para identificar las necesidades de mantenimiento.

Una inspección bien documentada es esencial para determinar los requerimientos de mantenimiento y dar recomendaciones prácticas, sugiriendo acciones para corregir las deficiencias o impedir el incremento de estos defectos. Inspecciones regulares deben considerarse como una responsabilidad primordial en el mantenimiento.

Además de los defectos que pueda haber, las inspecciones deben buscar las condiciones que puedan indicar posibles problemas futuros.

Para la recopilación de la información se utilizará los formatos que se adjuntan como Anexo N° 03; que servirán para la toma de datos en la inspección, así como en los procedimientos de calificación de componentes del puente.

El Anexo N° 04 muestra los detalles gráficos de elementos a inspeccionarse.

Cuando se lleve a cabo una inspección en el campo se debe seguir los siguientes pasos:

### 2.5.1 Acciones previas a los trabajos de campo:

Se debe revisar el inventario y los informes de inspección anteriores, a fin de tomar conocimiento si existen circunstancias especiales, como daños observados anteriormente, o elementos estructurales que necesiten una inspección mas detallada.

### 2.5.2 Acciones en el campo propiamente dichas:

- a) Se debe verificar la ubicación y nombre del puente programado para su inspección.
- b) Se debe tomar las medidas de seguridad necesarias.
- c) Se debe iniciar la inspección tomando una foto de identificación del puente.
- d) Se debe tomar una fotografía del acceso al Puente.
- e) Se debe inspeccionar y calificar la condición de cada uno de los componentes del puente (estribos, pilares, alas, tablero, losas, vigas, diafragma, elementos de arco, reticulados, elementos de puente colgante, aparatos de apoyo, junta de expansión, superficie de rodadura, aceras, barandas, señalización, accesos, taludes, defensas, cauce, etc).
- f) Se debe inspeccionar y calificar taludes y obras de protección en los extremos del puente.
- g) Se debe tomar fotografías en los diferentes tipos de estribos y pilares.
- h) Se debe revisar y calificar los pilares, apoyos, el cauce, y la parte de la superestructura.
- i) Se debe tomar una foto de la elevación del puente, en la que se pueda apreciar la subestructura y la superestructura
- j) Al final se debe calificar la condición del puente en general.

Finalmente debe asegurarse que todas las partes visibles del puente fueron inspeccionadas y que la documentación del levantamiento de información se encuentra completa y correctamente formulada.

Se adjunta, como Anexo N° 05, Defectos y Problemas de los Puentes y, como Anexo N° 06, los Diferentes Tipos de Pruebas en los Componentes de un Puente.

### 2.5.3 Acciones para detectar daños más comunes.

Se debe inspeccionar:

#### a) Componentes de Madera

Daños comunes en los componentes de madera son causados por hongos, humedad, parásitos y ataque químico.

Deterioros de la madera pueden ser causados por fuego, impactos o colisiones, abrasión o desgaste mecánico, sobreesfuerzos, intemperie y flexiones (combaduras o pandeos).

Estos pueden ser inspeccionados por exámenes visuales y físicos:

- El examen visual puede detectar pudrición por hongos o humedad, daños por parásitos, excesiva deflexión, grietas, vibraciones y pérdida de conexiones. El inspector investigará visualmente la extensión de los daños y los documentará apropiadamente en los reportes de inspección.
- Con respecto a los exámenes físicos se utilizarán técnicas destructivas y no destructivas, tal como se detalla en el Anexo N° 06.

### **b) Componentes de Concreto**

Daños comunes en los componentes de concreto incluyen agrietamiento, escamas, delaminación, spalling (descascaramiento), afloramientos, desgaste o abrasión, daños de colisión, pulido, y sobrecarga.

Los agrietamientos en concreto son usualmente finos para ser detectado a simple vista. Se califican como grietas finas, medias o anchas. Las primeras son usualmente insignificantes para la capacidad de la estructura, pero deben ser reportadas como una advertencia. Las grietas medias y anchas son significativas para la capacidad estructural y deben ser registradas y monitoreadas en los reportes de inspección.

Las grietas pueden ser estructurales y no estructurales:

- Las grietas estructurales requieren de atención inmediata, toda vez que ellas afectan la capacidad del puente.
- Las grietas no estructurales son causadas por expansión térmica y contracción de fragua; en losas debe tenerse especial cuidado, puesto que el agua de infiltración de lluvia puede conllevar a la corrosión de la armadura.

El desgaste de la superficie de rodadura es la pérdida gradual y continua de superficie de mortero y agregado sobre un área. La peladura es clasificada en cuatro categorías: ligera, media, dura y severa.

La delaminación ocurre cuando capas de concreto se desprenden cerca del nivel superior o exterior del refuerzo de acero. La mayor

causa de delaminación es la expansión por la corrosión del refuerzo del acero debido a la intrusión de cloruros o sales.

Estos pueden ser inspeccionados por exámenes visuales y físicos:

- La inspección visual permite observar los deterioros primarios, como son las grietas y las manchas de oxido. Un inspector debe reconocer el hecho que no todas las grietas son de igual importancia. Manchas de oxido son una de las señales de corrosión de refuerzo de acero en miembros de concreto. La longitud, dirección, localización y extensión de las grietas y manchas de oxido deben ser medidas y reportadas en las notas de inspección.
- Los exámenes físicos más comunes son el sondeo con martillo (martilleo) y la cadena arrastrada. El primero es usado para detectar áreas de concreto hueco y usualmente para detectar delaminación. Para áreas de superficie grandes, el arrastre de cadenas puede ser usado para evaluar la integridad del concreto con razonable seguridad, aunque en losas no son métodos totalmente seguros; pero son rápidos y baratos.

### **c) Componentes de Acero**

Daños comunes en los componentes de acero incluyen la corrosión, el agrietamiento, daños por colisión y sobreesfuerzos.

Los agrietamientos usualmente se inician en la conexión, el extremo final de la soldadura o sobre un punto corroído de un miembro y, luego, se propaga a través de su sección transversal hasta la fractura del miembro.

Los inspectores deben observar cuidadosamente en cada uno de las potenciales ubicaciones de fisuras.

La forma mas reconocida de deterioro del acero es la corrosión.

En componentes de acero, uno de los tipos de daños más comunes es el agrietamiento por fatiga; estos se desarrollan en estructuras de puentes debido a la repetición de cargas.

El inspector identificará detalles constructivos susceptibles a la fatiga y llevará una inspección completa de dichos detalles.

Para estructuras pintadas, una rotura en la pintura acompañada por manchas de oxidación indica la posible existencia de una grieta de fatiga.

Si se sospecha de una grieta, el área será limpiada y se dispondrá una inspección visual de primer plano. Adicionalmente, se pueden prever más pruebas, tales como tintes penetrantes, para identificar la grieta y determinar su extensión. Si existieran o se descubren grietas de fatiga, se deberá efectuar inspecciones más profundas.

Los sobreesfuerzos de un componente pueden ser el resultado de muchos factores tales como pérdidas de sección compuesta, pérdidas de arriostre y falla o asentamiento de los elementos de apoyo.

Son síntomas de daño debido a sobreesfuerzos las elongaciones inelásticas o decremento del área de acero de la sección transversal en miembros en tensión y el pandeo en miembros en compresión.

Los daños debido a colisión vehicular, incluidas pérdidas de sección, agrietamiento y distorsión de formas serán cuidadosamente documentados, debiendo iniciarse inmediatamente las reparaciones. Hasta que las reparaciones hayan culminado, se recomienda restricción vehicular de tráfico basados en resultados de análisis de evaluación.

#### **d) Componentes Sumergidos**

Corresponde a componentes de la subestructura.

Se necesitan equipos especiales para inspeccionar los componentes sumergidos; asimismo para la visibilidad debe utilizarse equipos adecuados de iluminación.

Los componentes de las estructuras de acero son susceptibles a corrosión, especialmente en las zonas afectadas por la humedad.

#### **e) Tableros**

Los defectos más comunes en tableros de acero son fisuras en soldaduras, seguros rotos, corrosión y conexiones sueltas o rotas. En un sistema de piso de acero corrugado, la pérdida de sección debido a la corrosión puede afectar la capacidad de carga de la cubierta.

Los defectos comunes en tableros de madera son el aplastamiento de la cubierta en los apoyos de los sistemas de piso, daños por flexión tales como fracturas, pandeo y grietas en áreas en tensión y pudrición de la cubierta por organismos biológicos, especialmente en aquellas áreas expuestas al drenaje.

Los defectos comunes en tableros de concreto son desgaste, escama, delaminación, spalling (descascaramiento), grietas de flexión longitudinal, grietas de flexión transversal en las regiones de momento negativo, corrosión de la armadura de refuerzo, grietas debido a agregados reactivos y daño debido a contaminación química.

#### **f) Juntas**

Los daños en las juntas son causados por impacto vehicular, temperaturas extremas y acumulación de tierra y escombros.

Los daños por escombros y tránsito de vehículos pueden causar que la junta sea rasgada, que los anclajes sean arrancados, o sean removidos totalmente.

Las temperaturas extremas pueden romper la adherencia entre la junta y el tablero y, consecuentemente, repercutir en la remoción total de la junta.

La función primaria de la junta es acomodar la expansión y contracción de la superestructura del puente.

#### **g) Apoyos**

Pueden ser categorizados en dos grupos: metálicos y elastoméricos.

Los apoyos metálicos pueden volverse inoperativos debido a corrosión, acumulación de escombros, u otras interferencias. Apoyos congelados pueden generar flexiones, ondulamientos y alineamiento inapropiado de miembros. Otro tipos de daños son pérdidas de seguros, rotura de soldadura, corrosión en la superficie deslizante.

Los daños en placas de apoyos elastoméricos son: excesivo abultamiento, rompimiento o desgarramiento, corte y falla por corrimiento.

## 2.6 EJECUCIÓN DE LA INSPECCIÓN

La inspección visual nos permite determinar el agrietamiento, corrosión, las deformaciones y las flechas en la estructura del puente. La cual debe complementarse con una auscultación mediante métodos topográficos, magnéticos, eléctricos y químicos para determinar corrimientos, posiciones de armadura y acercarse a la determinación del grado de corrosión de las armaduras.

Los diferentes elementos a ser inspeccionados serán agrupados en tres grandes divisiones:

- a) Cimentaciones.
- b) Superestructura.
- c) Dispositivos básicos de protección.

### a) Cimentaciones

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

Por su interés con relación a posibles fallas en la cimentación cabe señalar la utilidad de dos actividades: la nivelación del tablero y las inspecciones subacuáticas.

En los estribos, pilares y sistemas de apoyo generalmente se encuentra una amplia variedad de defectos y deterioros observables, los cuales puedan ser indicios de otros problemas relacionados con la cimentación, estabilidad, infiltración y el mal funcionamiento de apoyos, etc.

### b) Superestructura

La inspección de los elementos de la superestructura y los daños que estos presentan varían notablemente en función al tipo de puente.

### c) Dispositivos básicos de protección

Los dispositivos básicos de protección también necesitan una constante inspección, que comprenden a los siguientes: barreras de concreto, barandas, dispositivos básicos de transición y contención, losas de transición, estribos, cortinas, alas, juntas de dilatación, drenaje, pavimentación, aparatos de apoyo y señalización.

En general se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones básicas para la inspección de un puente:

### 2.6.1 Inspección del cauce

Con la anticipación a los problemas y tomando adecuadas medidas de protección, se pueden minimizar serias dificultades posteriores. Con ese motivo, es conveniente investigar las siguientes condiciones:

- Si existe adecuado espacio bajo el puente para permitir el paso de las aguas. Los depósitos de arena y/o grava, pueden reducir este espacio.
- Si hay estabilidad y buen comportamiento de los bordes y protección de orillas.
- Posible obstrucción del cauce con maleza, palizadas o crecimiento de plantas que puedan contribuir a la socavación o riesgo posible de incendio.

Un registro del perfil del cauce da información valiosa sobre la tendencia del río a erosionar, cambiar de curso, de gradiente, etc.

El registro debe mantenerse actualizado, particularmente cuando existan variaciones de importancia. Estas indicaciones ayudan a proyectar protecciones a los pilares o estribos, sobre todo a sus cimentaciones.

### 2.6.2 Estribos y pilares

Cuando se inspeccionan estribos o pilares de concreto, debe observarse defectos de cualquier tipo. Los más frecuentes son los siguientes:

- Deterioro del concreto en la línea de agua.
- Deterioro del concreto en la zona de los apoyos.
- Grietas en los estribos, especialmente en el encuentro entre el cuerpo y las alas. Estas grietas deben observarse a través del tiempo para ver si aumentan. Cuando estas grietas se pronuncian, indican que hay movimiento estructural que puede ser causado por problemas de cimentación.

### 2.6.3 Aparatos de apoyo

Los aparatos de apoyo, sean fijos o móviles, deben ser examinados para asegurar que funcionen debidamente. El mal comportamiento de los apoyos puede ser causa de movimiento de pilares o estribos.

Si existe este tipo de problema debe efectuarse la siguiente inspección:

- Observar si los pernos de anclaje están dañados o si las tuercas necesitan ajuste.
- Verificar si los elementos de expansión permiten el movimiento de acuerdo a su diseño.
- Verificar si hay suciedad o escombros alrededor de los aparatos de apoyo.
- Observar si hay exceso de deformación o rotura en las placas de neopreno.
- Observar los rodillos y su condición de apoyo móvil.
- Los aparatos de apoyo pueden sufrir daños por causa del tráfico pesado, por suciedad acumulada. Si se advierte un mal funcionamiento, debe notificarse de inmediato.

#### 2.6.4 Vigas y largueros

Estos elementos pueden ser fabricados en madera, acero o concreto. Cada material presenta problemas específicos para su mantenimiento, los cuales deben ser investigados.

- Vigas de madera.- Los defectos más comunes en las vigas de madera son los siguientes:
  - ✓ Rajaduras, deterioro, roturas, ataque de insectos y hongos.
  - ✓ Falta de tratamiento superficial que permite que se desarrollen grietas longitudinales y se extiendan a todo lo largo de la viga.
  - ✓ Aplastamiento en la zona de apoyo que normalmente indica debilitamiento o reducción de capacidad del material.
  - ✓ Pérdida de conexiones o de diafragmas entre largueros
- Vigas de acero.- Los siguientes son los defectos más comunes que se presentan en las vigas de acero:
  - ✓ Oxidación bajo la zona de las juntas de dilatación.
  - ✓ Oxidación de la viga debido a humedad que pasa por grietas del tablero.
  - ✓ Deterioro de la pintura.
  - ✓ Conexiones flojas.
  - ✓ Corrosión y rajaduras alrededor de remaches y pernos en la unión de elementos de una viga.
  - ✓ Fisuras en la soldadura y el metal de base.

- Vigas de concreto.- Los defectos más comunes en estas vigas son:
  - ✓ Desintegración de la losa de una viga de sección T.
  - ✓ Inoperancia de los aparatos de apoyo.
  - ✓ Exposición del acero de refuerzo por corrosión.
  - ✓ Grietas en los extremos de las vigas.

Cualesquiera de los defectos mencionados con respecto a vigas de concreto, son muy significativos en vigas de concreto pretensado. Si se encuentra una grieta abierta en un elemento pretensado esto debe ser advertido y notificado de inmediato.

### 2.6.5 Reticulados

Los reticulados pueden ser clasificados en tres categorías, según su posición respecto al tablero de rodadura: de tablero superior, intermedio o de tablero inferior.

La inspección debe iniciarse observando la línea del sardinel o de la baranda para ver si hay desalineamiento en los elementos tanto en el plano vertical como en el plano horizontal. Cada miembro del reticulado debe ser inspeccionado, incluyendo lo siguiente:

- Observar el alineamiento del reticulado y su gradiente.
- Verificar en los aparatos de los apoyos extremos y en las placas de expansión, que se asegure el libre movimiento.
- Comprobar que los elementos en compresión no estén torcidos.
- Observar si los arriostramientos han sido dañados por el tráfico, o tienen mal comportamiento.
- Examinar la pintura y la extensión de la corrosión, principalmente alrededor de pernos y cabezas de remaches.
- Comprobar si los pines de las conexiones están en su sitio.
- Verificar la existencia de pernos o remaches sueltos faltantes u oxidados.
- Examinar los cordones en tensión, para detectar fisuras, especialmente en las conexiones.
- Observar si hay pérdida de sección por corrosión en el acero.

### 2.6.6 Tableros

Los tableros deben examinarse para determinar si hay riesgo de deslizamiento de los vehículos sobre su superficie debido a falta de rugosidad en el piso. Debe observarse que no haya empozamiento de agua por la obstrucción de los drenes. Verificar que estos

funcionen sin afectar partes estructurales o al tráfico que pasa en un nivel inferior.

- Tablero de madera. - Deben ser examinados para detectar si hay deterioro en la zona de contacto con los largueros o entre capas de madera laminada. Hay necesidad de mantenimiento cuando hay clavos sueltos, piezas rotas o deterioradas, aberturas que dejan pasar suciedad hacia los pilares o estribos.
- Tableros de acero.- Deben examinarse para ver si hay corrosión o soldaduras en malas condiciones, si hay suciedad acumulada en los pisos de parrilla en las zonas de apoyo sobre largueros o si hay planchas sueltas o si la pintura esta deteriorada.
- Tableros de concreto.- Deben examinarse para detectar grietas, descascamientos u otros signos de deterioro Debe observarse con cuidado el acero de refuerzo para determinar su estado. Las grietas en el concreto permiten que la humedad afecte al acero de refuerzo el cual al oxidarse se expande y causa desprendimiento del concreto

### **2.6.7 Superficie de rodadura**

El deterioro en la losa del puente, puede ser causado tanto por agentes naturales como por el incremento de cargas rodantes, así como también por daños producidos por impactos de vehículos y por el tiempo de servicio o período de diseño de vida útil.

Cualquier tipo de superficie de rodadura puede ocultar los defectos del tablero. Esta superficie debe observarse con mucho cuidado para buscar evidencia del deterioro del tablero. En algunos casos se debe remover pequeñas secciones para facilitar una mejor investigación.

Las acciones del tráfico vehicular inciden directamente en la superficie de rodadura, lo que produce el agotamiento por fatiga o el desgaste de sus componentes. El deterioro por desgaste o abrasión son causados generalmente por el exceso de cargas, descarrilamiento de autos, colisiones del tráfico con las estructuras, etc. Cuando se producen estos daños, aunque no constituyan un peligro inmediato para el buen funcionamiento de la estructura, el Inspector debe registrar en el formato de evaluación, el grado de desgaste que presenta, describiendo los daños, complementando la información con fotografías, de tal manera que se pueda monitorear en caso no hayan sido reparados oportunamente los daños.

### **2.6.8 Acceso al puente**

Son importantes por su conexión al puente y deben estar a nivel con el tablero. Si la transición no es suave, los efectos del impacto pueden aumentar la energía de las cargas que ingresan al puente, causando daño estructural.

El pavimento de los accesos debe observarse para detectar la presencia de baches, asentamientos o excesiva rugosidad. La junta entre las losas de aproximación y los estribos, diseñada para el movimiento causado por las variaciones de temperatura, debe ser examinada para comprobar su debida abertura y sello apropiado. En la evaluación de los accesos al puente se considerará también el estado de los guardavías, las bermas, taludes y drenaje.

**3.1 INTRODUCCIÓN**

**3.2 DEL INFORME DE INSPECCIÓN**

**3.3 INSPECCIÓN EFECTUADA POR EL  
SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO**

**3.4 ESTIMACIÓN DE RECURSOS**

**3.5 IDENTIFICACIÓN DE PUENTES  
EN SITUACIÓN CRÍTICA**

**3.0 INFORMES DE INSPECCIÓN**

## **3.0 INFORMES DE INSPECCIÓN**

### **3.1 INTRODUCCIÓN**

En el presente capítulo se abordará el tema relacionado con los informes a presentar como resultado de la inspección, incluyendo una calificación numérica del estado en que se encuentra el puente.

El archivo de datos de cada puente debe estar conformado por dos módulos: Una información sobre el puente que permanece invariable (inventario) y otra información que es constantemente modificada con el transcurso del tiempo (datos de inspección).

Los datos fundamentales que comprenden un informe de inspección son:

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

También se tratará acerca de la estimación de recursos e identificación de puentes en estado crítico.

Se adjunta en el Anexo N° 03 los formatos a utilizar para la toma de datos de la inspección.

### **3.2 DEL INFORME DE INSPECCIÓN**

El informe de Inspección incluirá los datos de inventario del sistema estandarizado, adaptado a procesos de computadora y un factor numérico que represente la calificación de la condición en que se encuentra el puente con un valor entre 1 a 5, de acuerdo con los criterios señalados en el cuadro adjunto.

Los Informes de Inspección son de gran ayuda para ilustrar el estado del puente, particularmente para mostrar los detalles de los daños encontrados durante la inspección; los mismos que incluirán descripciones, diagramas y fotografías que detallen los defectos hallados; así mismo deberán precisar la ubicación del problema y su extensión.

Al elaborar el Informe hay que tener presente que en base a esta información, podrán proyectarse acciones de mantenimiento y posibles asignaciones de recursos económicos. Además es un registro técnico que puede constituir un elemento importante en algún litigio futuro.

El lenguaje utilizado en el informe será claro y conciso y, en beneficio de la uniformidad, se utilizará la misma terminología hasta donde sea posible, para evitar ambigüedad en el significado.

La información contenida en los informes será la obtenida en las inspecciones de campo y complementada con la referencia de los planos de construcción y verificación en el campo.

Aun cuando sólo se trate de una inspección rápida, para verificar algún detalle específico, donde se anticipe un cambio o problema, y no se detecten cambios evidentes en la inspección y aun cuando las condiciones existentes parezcan no ser importantes, se elaborará un Informe por cada puente inspeccionado.

Como parte del Informe del puente, se incluirán dos fotografías, una mostrando una vista panorámica de la carretera y otra que muestre la elevación principal; también podrán incluir otras fotografías que considere significativas, que muestren las fallas importantes u otras características especiales.

Las fotografías deberán expresar lo mas detallado posible, los daños encontrados en la estructura, también se debe ilustrar mediante croquis o planos necesarios, la localización exacta de las fallas encontradas en el campo, para apreciar su magnitud real.

Es conveniente adjuntar una fotografía que muestre las instalaciones complementarias de la estructura, así como las señales de peligro, falla o defecto, que ameriten ser mencionados, al igual que la descripción de las condiciones y la de evaluación correspondiente.

La elaboración de planos de fallas, al igual que el reporte fotográfico, vienen a ser un complemento importante para el informe global de la inspección, haciendo más tangible el trabajo que se ha realizado durante la inspección y posibilita la evaluación y realización del proyecto de rehabilitación.

El Inspector debe hacer una comparación de la condición o grado de deterioro. Los diagramas bien elaborados son muy útiles para determinar, en investigaciones futuras, el desarrollo de las fallas y para ayudar a determinar los cambios y su magnitud. Se incluirán todas las recomendaciones e instrucciones para la reparación o el mantenimiento correspondiente.

**Cuadro de condición global del puente:**

Calificación	Descripción de la Condición
0	<b>Muy bueno</b> : No se observa problemas
1	<b>Bueno</b> : Hay problemas menores. Algunos elementos muestran deterioro sin importancia.
2	<b>Regular</b> : Los elementos primarios están en buen estado, pero algunos secundarios muestran deterioro, algo de pérdida de sección, grietas, descascamiento o socavación pérdida de sección avanzada.
3	<b>Malo</b> : La pérdida de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los elementos estructurales primarios. Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.
4	<b>Muy Malo</b> : Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Grietas de fatiga en acero o grietas de corte en el concreto</li> <li>– La socavación compromete el apoyo que debe dar la infraestructura.</li> <li>– Conviene cerrar el puente a menos que este monitoreado .</li> </ul>
5	<b>Pésimo</b> : Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura</li> <li>– El puente se cierra al tráfico pero con acciones correctivas se puede restablecer el tránsito de unidades ligeras.</li> </ul>

**3.3 INSPECCIÓN EFECTUADA POR EL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO**

El personal de mantenimiento por sus labores permanentes en el campo, puede observar defectos o exponer problemas que no observó el Ingeniero Inspector de Puentes, que pueden convertirse en una situación de riesgo o ser causa de un problema futuro en los puentes de su jurisdicción, debiendo informar a fin de que se disponga de una Inspección Específica de dicho Puente.

Mejores resultados se obtienen cuando el personal de mantenimiento y el Inspector trabajan en forma conjunta y coordinada.

### 3.4 ESTIMACIÓN DE RECURSOS

El sistema de información de las Inspecciones debe proporcionar datos que puedan ser usados para la posterior evaluación y estimación de los recursos necesarios para mantener o rehabilitar el puente. La exactitud de la información permitirá una mejor estimación de los metrados y, por ende, de los recursos requeridos, que puede usarse preliminarmente para su posterior análisis en la oficina.

Trabajando juntos, el Ingeniero Inspector y el Supervisor de Mantenimiento, pueden anticipar procedimientos para mejorar la exactitud de la estimación.

La correcta y oportuna evaluación de cada puente, permitirá a la organización central definir la acción que debe tomarse, pudiendo ser de los siguientes tipos:

- **Acciones normativas.**- Colocación de señales. Limitación de uso (imposición de peso máximo, reducción de velocidad, restricción de un solo carril, etc.)
- **Acciones preventivas.**- Monitoreo de grietas, deformaciones y asentamientos, colocación de apuntalamientos, así como también la realización de inspecciones más frecuentes.
- **Acciones ejecutivas.**- Se refiere a la realización de obras en el puente, considerándose los siguientes niveles de atención: mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento.

### 3.5 IDENTIFICACIÓN DE PUENTES EN SITUACIÓN CRÍTICA

Cuando el Ingeniero Inspector identifique que un Puente se encuentra en Situación Crítica deberá solicitar una Inspección Especial. Esta será efectuada por un conjunto de especialistas, de los cuales por lo menos uno de ellos será Ingeniero Civil especialista en estructuras.

La Inspección Especial se realizará por personal altamente calificado y tendrá por objeto el recabar los datos necesarios para la toma de las acciones correctivas. En las actividades a realizar, se incluyen, el levantamiento geométrico de la estructura, extensión de los daños y la realización de diversos estudios que permitan determinar la causa y mecanismo de propagación de los daños.

- ANEXO N°01** CARACTERÍSTICAS  
PRINCIPALES DE LOS  
DIFERENTES TIPOS DE  
PUENTES
- ANEXO N°02** GRÁFICOS DE TIPOS DE  
ESTRUCTURAS DE PUENTES
- ANEXO N°03** TOMA DE DATOS DE LA  
INSPECCIÓN
- ANEXO N°04** DETALLES GRÁFICOS DE  
ELEMENTOS A INSPECCIONAR
- ANEXO N°05** DEFECTOS Y PROBLEMAS DE  
LOS PUENTES
- ANEXO N°06** PRUEBAS EN LOS  
COMPONENTES DE UN PUENTE

## 4.0 ANEXOS

**ANEXO N° 01**

**CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS DIFERENTES  
TIPOS DE PUENTES**

**ANEXO Nº 01: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PUENTES**

TIPO DE PUENTE	CARACTERÍSTICAS					
	MATERIAL	CONDICIONES BORDE	SECCION TRANSVERSAL	PERALTE h	UBICACIÓN TABLERO	GEOMETRÍA PLANO
LOSA	CONCRETO ARMADO, CONCRETO PRETENSADO	SIMP. APOYADO CONTINUO	LOSA SÓLIDA LOSA NERVADA LOSA CELULAR	CONSTANTE VARIABLE	TABLERO SUPERIOR	RECTO ESVIADO CURVO
LOSA CON VIGAS	VIGA CONC. ARMADO, VIGA CONC. PRETENSADO, VIGA ACERO	SIMP. APOYADO CONTINUO GERBER	VIGA RECTA VIGA I VIGA CAJON	CONSTANTE VARIABLE	TABLERO SUPERIOR	RECTO ESVIADO CURVO
PORTICO	CONCRETO ARMADO, CONCRETO PRETENSADO, ACERO	ARTICULADO EMPOTRADO CON VOLADOS ATIRANTADOS	VIGA RECTA VIGA I VIGA CAJON	CONSTANTE VARIABLE	TABLERO SUPERIOR	RECTO ESVIADO CURVO
ARCO	CONCRETO ARMADO ACERO	ARTICULADOS EMPOTRADO	LOSA VIGAS	CONSTANTE VARIABLE	TAB. SUPERIOR TAB. INTERMEDIO TAB. INFERIOR	RECTO
RETICULADO	ACERO	SIMP. APOYO CONTINUO GERBER	VARIOS	CONSTANTE VARIABLE	TAB. SUPERIOR TAB. INFERIOR	RECTO
COLGANTE	CABLES DE ACERO + ACERO	EN TORRE EN VIGA DE RIGIDEZ	VARIOS	VARIABLE	TAB. INFERIOR	RECTO
ATIRANTADO	CABLES DE ACERO + ACERO	EN CABLES EN TORRE EN VIGA DE RIGIDEZ SIMP. APOYADO	VARIOS	VARIABLE	TAB. INFERIOR	RECTO
MODULAR	ACERO	EN CABLES EN TORRE EN VIGA DE RIGIDEZ SIMP. APOYADO	VARIOS	VARIABLE	TAB. INFERIOR	RECTO
ALCANTARILLA	CONCRETO ACERO	SOBRE TERRENO	CELULAR ( 1 o MAS) SUPERSPAN (1 o MAS)	CONSTANTE	TAB. SUPERIOR	RECTO ESVIADO

**ANEXO N° 02**

**GRÁFICOS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS DE PUENTES**

**ANEXO N° 02 : GRÁFICOS DE TIPOS DE ESTRUCTURAS DE PUENTES**

I) CLASIFICACION POR ESTRUCTURA LONGITUDINAL

1. TRAMO SIMPLE



2. TRAMOS MULTIPLES



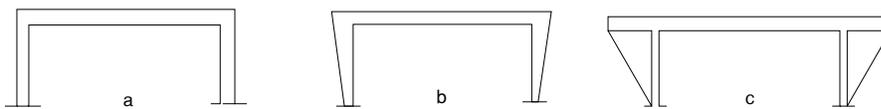
3. TRAMO COMPENSADO



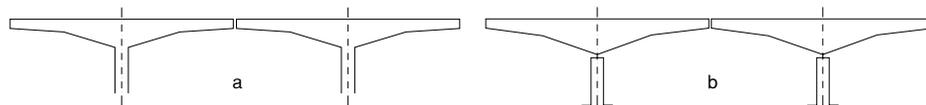
4. TRAMO CONTINUO



5. PORTICOS SENCILLOS



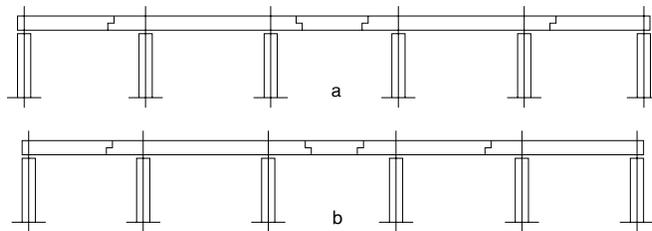
6. MENSULAS COMPENSADAS



7. PORTICO MULTIPLE



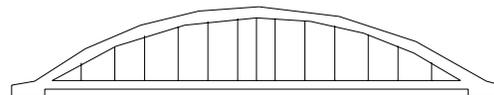
8. TRAMOS MENSULAS



9. PORTICOS EN TT



10. ARCO ATIRANTADO



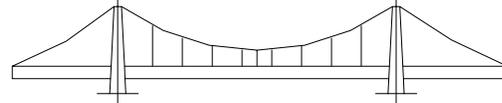
11. ARCO TIMPANO



12. ARCO CON BIELAS



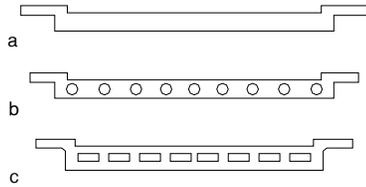
13. TRAMO COLGADO



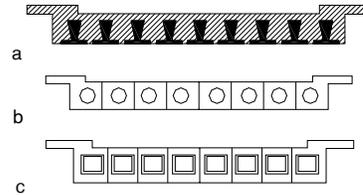
II) CLASIFICACION POR ESTRUCTURA TRANSVERSAL

1. TABLERO DE LOSA

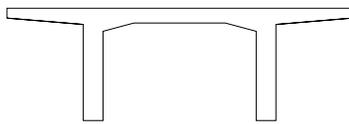
CONSTRUCCION IN SITU



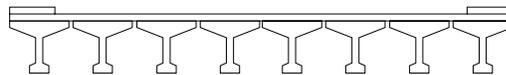
2. PREFABRICADOS



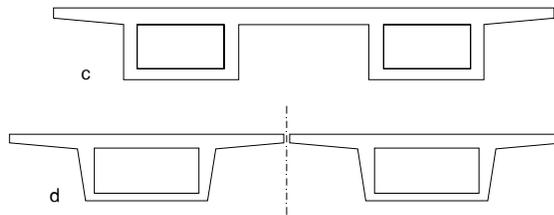
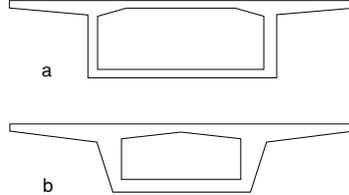
3. TABLERO SUPERIOR IN SITU



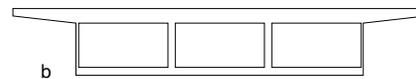
4. TABLERO SUPERIOR PREFABRICADO



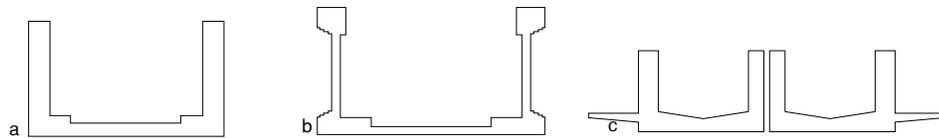
5. SECCION CAJON



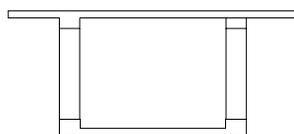
6. SECCION ALVEOLAR



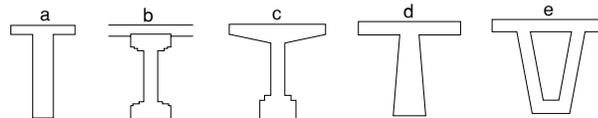
7. TABLERO INFERIOR



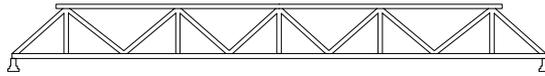
8. DOBLE TABLERO



9. VIGAS



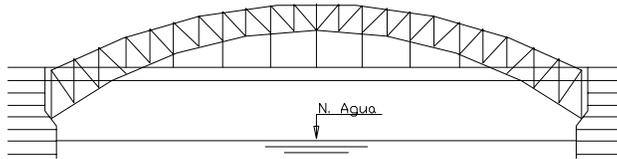
III) CLASIFICACION POR TIPO DE MATERIAL  
 A) PUENTES METALICOS



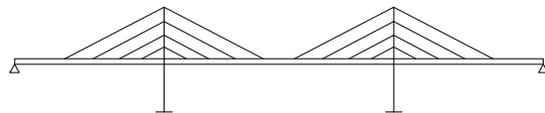
a) Simplemente Apoyado



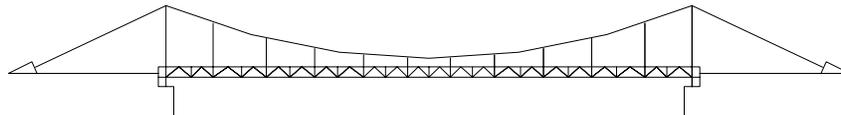
b) Continuo



c) Arco

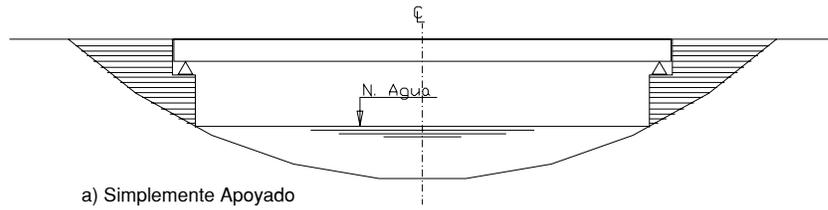


d) Atirantado

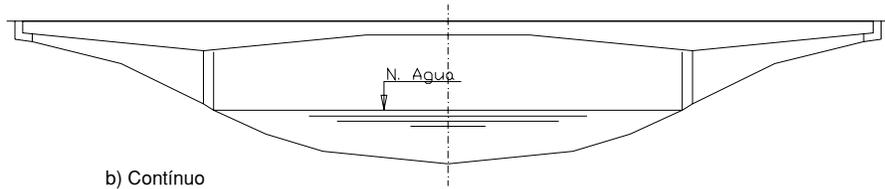


e) Colgante

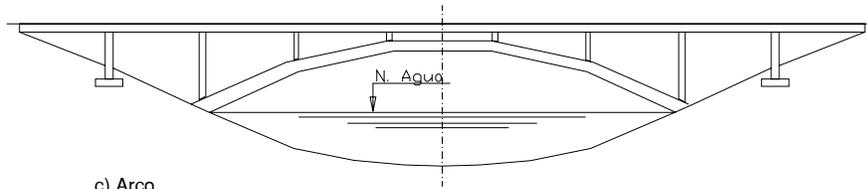
B) PUENTES DE CONCRETO



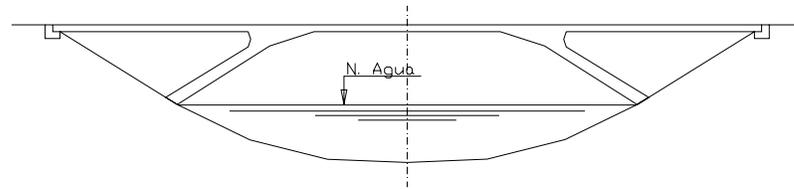
a) Simplemente Apoyado



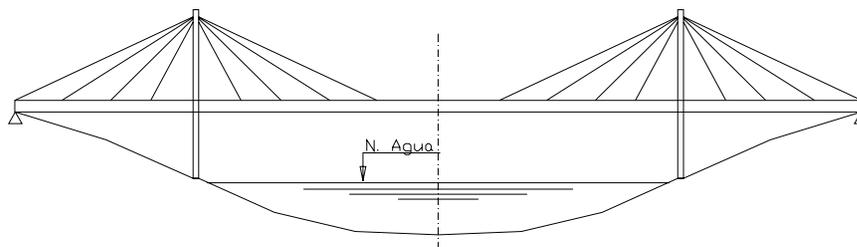
b) Continuo



c) Arco



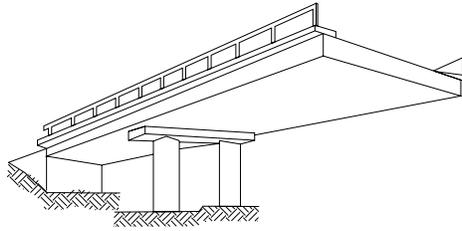
d) Pórtico



e) Atirantado

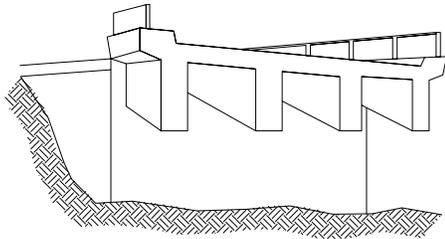
IV) TIPOS DE ESTRUCTURAS DE PUENTES

1.- SUPERESTRUCTURA TIPO LOSA

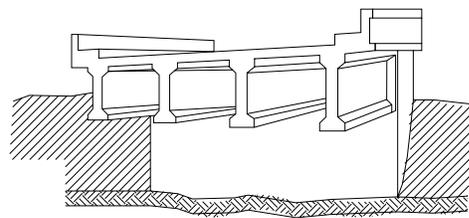


PUENTE LOSA

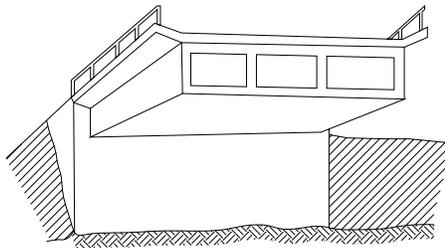
2.- SUPERESTRUCTURA TIPO LOSA CON VIGAS



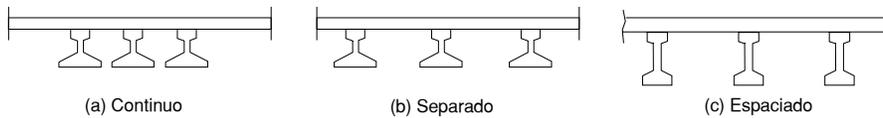
PUENTE LOSA CON VIGA C.A.



PUENTE LOSA CON VIGA EN C° PRETENSADO



PUENTE VIGA CAJON

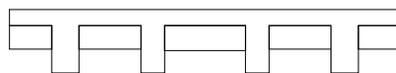


(a) Continuo

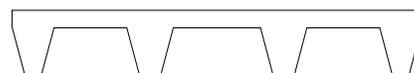
(b) Separado

(c) Espaciado

VIGA Y LOSA DE CONCRETO PRETENSADO

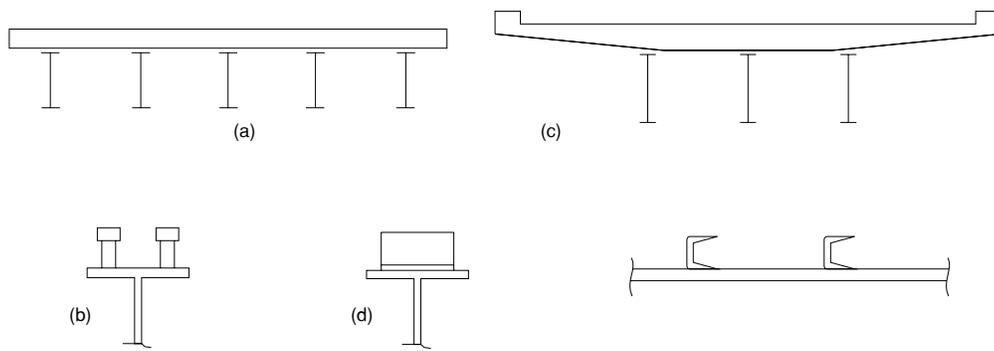


(a)



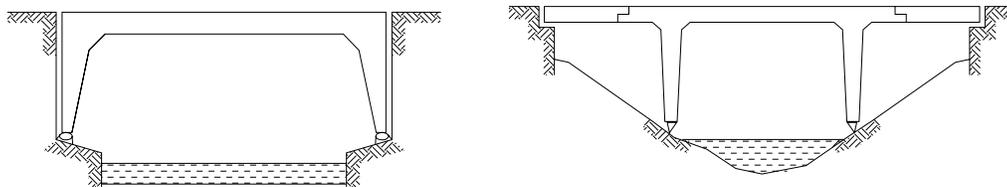
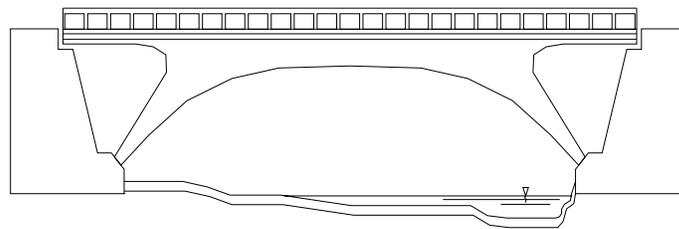
(b)

VIGA Y LOSA DE CONCRETO REFORZADO

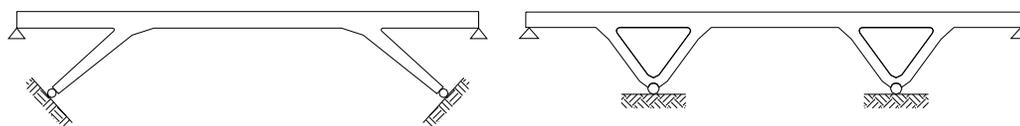


VIGA DE ACERO Y LOSA (PLATE GIRDER)

3.- PUENTE TIPO PORTICO

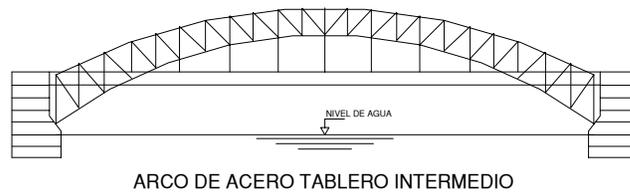
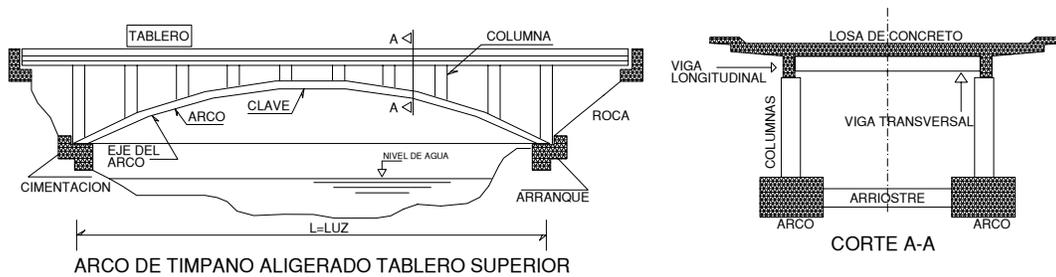


(a) Porticos Tipo Marco

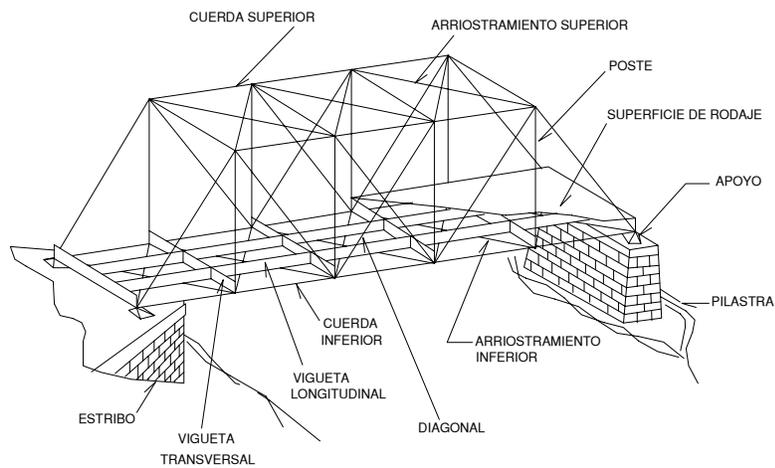


(b) Pórticos Jabalconados

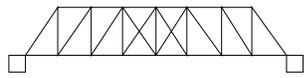
4.-PUENTES TIPO ARCO EN CONCRETO Y ACERO



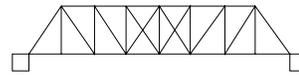
5.-PUENTE RETICULADO METALICO DE TABLERO INFERIOR



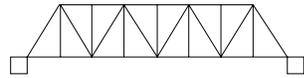
RETICULADOS SIMPLEMENTE APOYADOS



THROUGH HOWE TRUSS  
Tijeral Howe



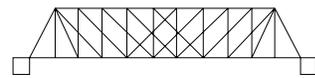
THROUGH PRATT TRUSS  
Tijeral Pratt



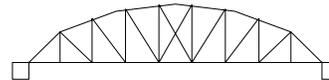
THROUGH WARREN TRUSS  
Tijeral Warren



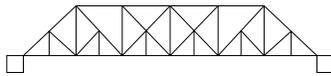
QUADRANGULAR THROUGH WARREN TRUSS  
Tijeral Warren Triangular-Cuadrangular



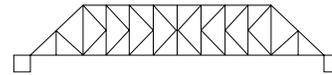
THROUGH WHIPPLE TRUSS  
Tijeral Whipple



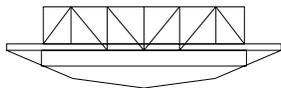
CAMEL BACK TRUSS  
Tijeral de Cordon Superior Arqueado



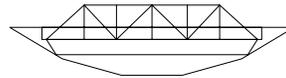
THROUGH BALTIMORE TRUSS  
Tijeral Baltimore



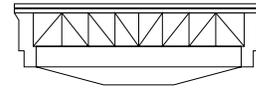
K TRUSS  
Tijeral K



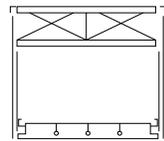
THROUGH TRUSS  
Armadura de Tablero Inferior



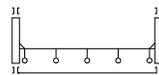
PONY TRUSS  
Armadura sin Arriostamiento Superior



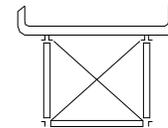
DECK TRUSS  
Armadura de Tablero Superior



THROUGH TRUSS  
Armadura de Tablero Inferior

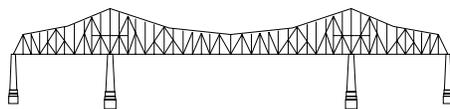


PONY TRUSS  
Armadura sin Arriostamiento Superior

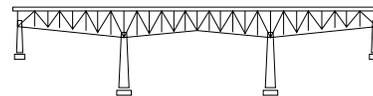


DECK TRUSS  
Armadura de Tablero Superior

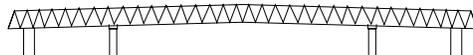
RETICULADOS CONTINUOS



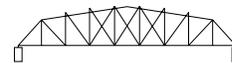
Variable Depth Cantilever  
Voladizo de Profundidad Variable



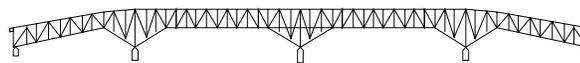
Deck Truss  
Armadura de Tablero Superior



Warren Truss Without Verticals  
Armadura Warren sin Montantes

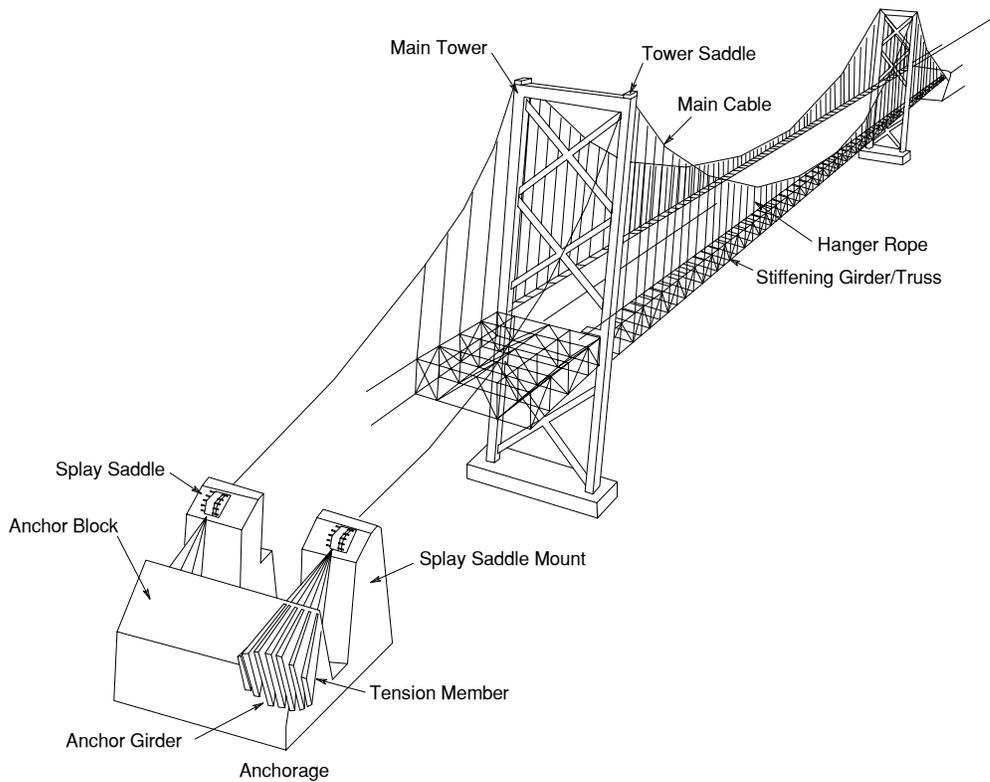
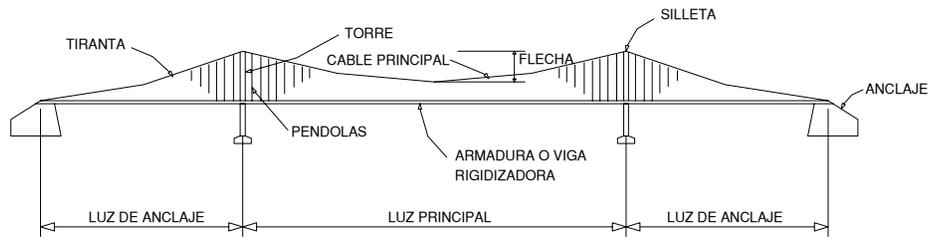


Camelback Truss  
Armadura de Cordon Superior Arqueado

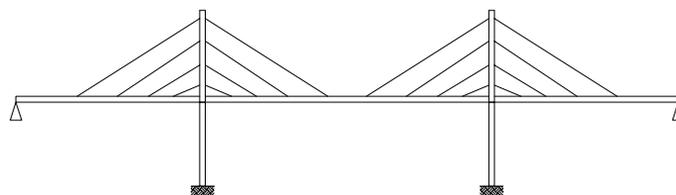


Half-through Truss  
Armadura Semitransversal

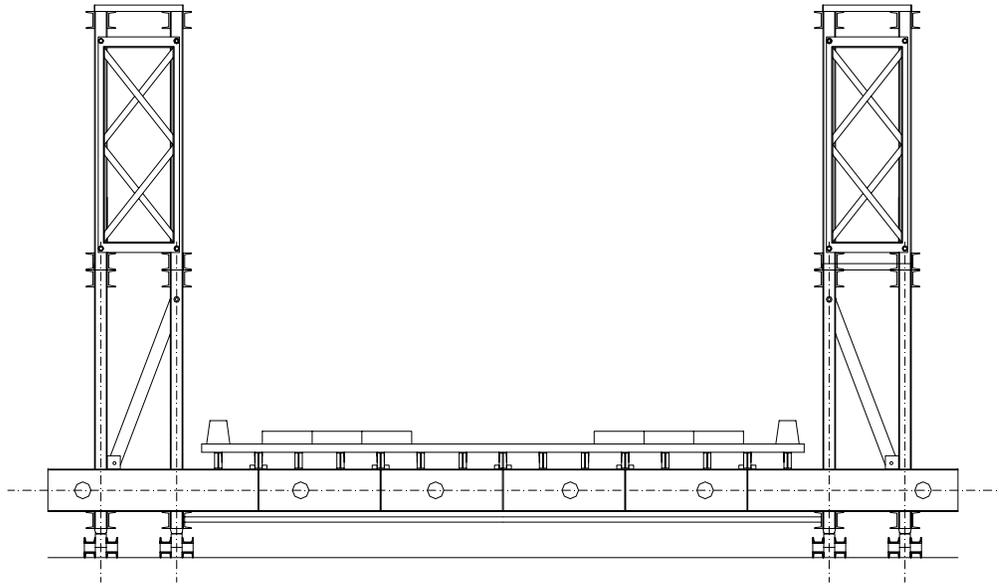
6.- PUENTE COLGANTE CON FIADORES CARGADOS



7.- CABLE - STAYED BRIDGES

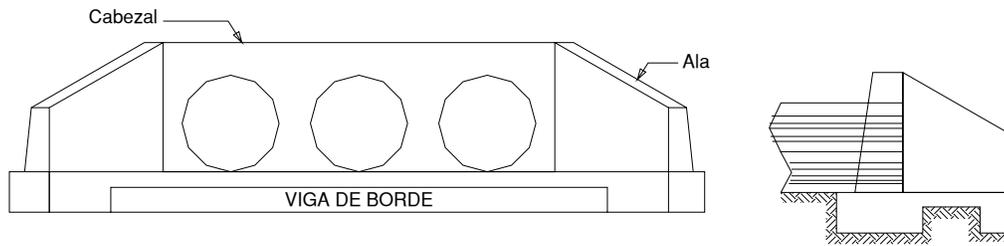


8.- PUENTE MODULAR

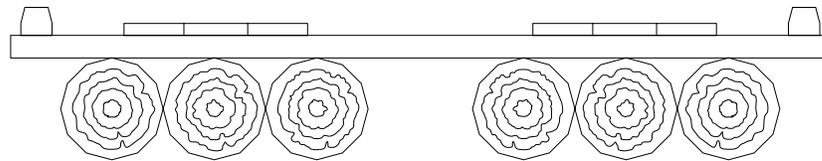


MODULAR BAILEY DISPOSICION DOBLE DOBLE TABLERO DE MADERA

9.- ALCANTARILLAS TMC O SUPER SPAN

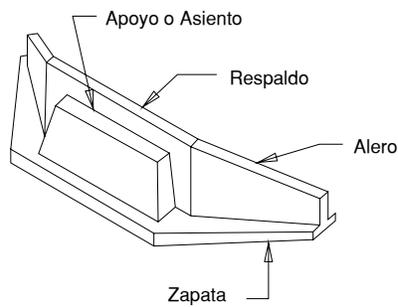


10.- PUENTE DE VIGAS DE MADERA

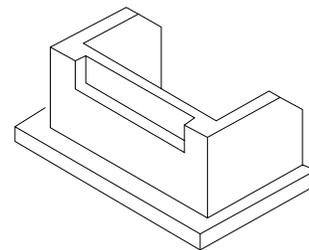


11.- SUBESTRUCTURAS

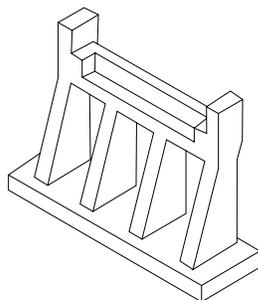
11.1 ESTRIBOS



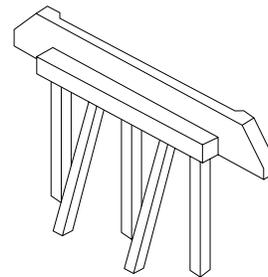
(a)



(b)

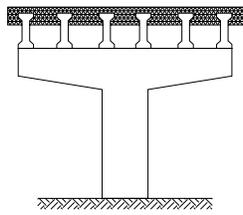


(c)

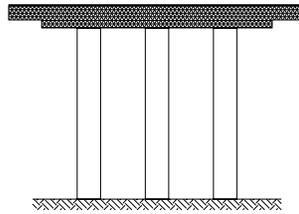


(d)

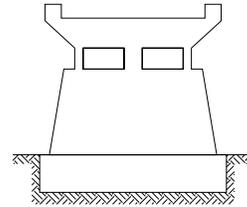
11.2 PILARES



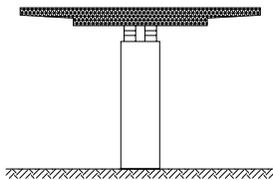
PILAR EN T



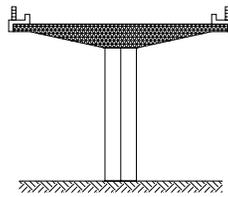
PILAR DE 3 COLUMNAS



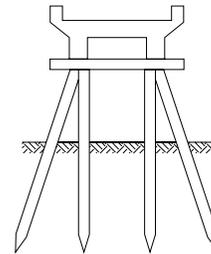
PILAR MURO



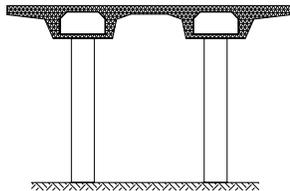
PILAR COLUMNA



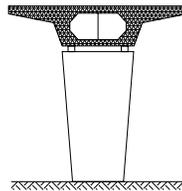
PILAR COLUMNA



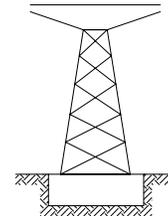
PILAR CEPA



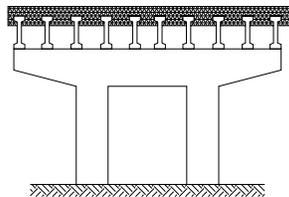
PILAR DE 2 COLUMNAS



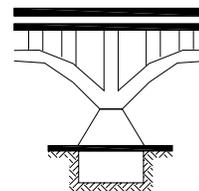
PILAR TIPO PLACA



PILAR CELOSIA

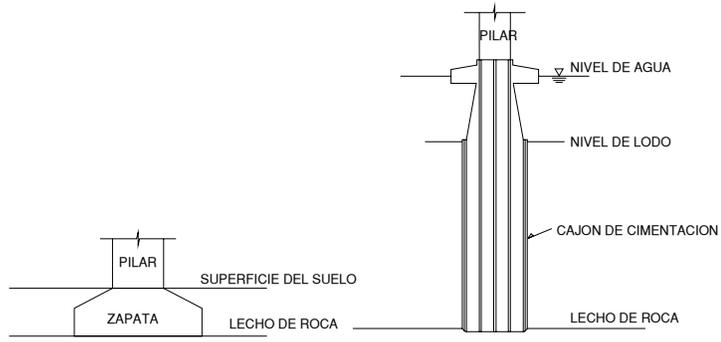


PILAR TIPO PORTICO



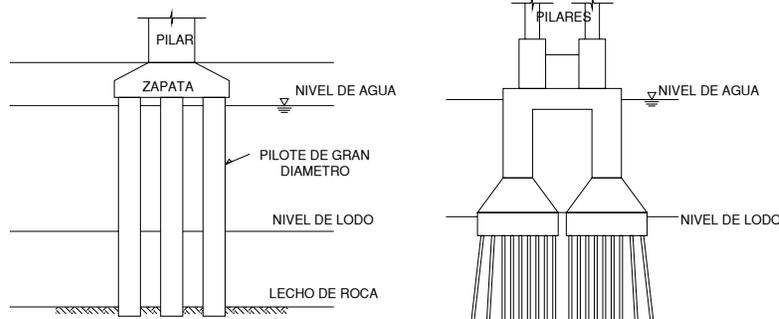
PILAR EN ARCO

11.3 CIMENTACIONES PROFUNDAS



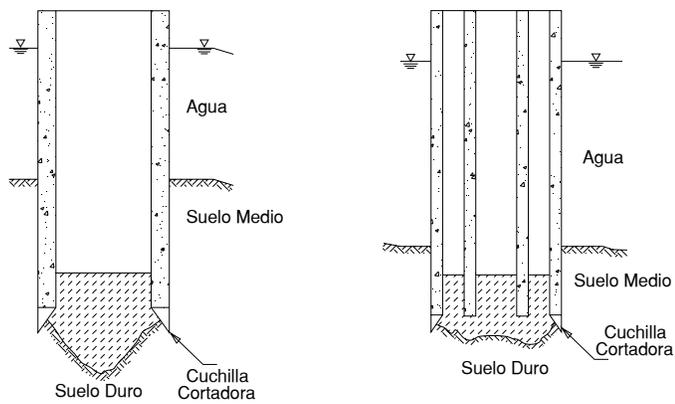
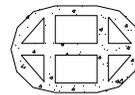
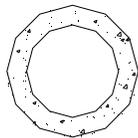
(a) Zapata Superficial

(b) Cajon de Cimentación



(c) Pilotes de Gran Diámetro

(d) Grupo de Pilotes Esbeltos



**ANEXO N° 03**

**TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN**

## ANEXO N° 03: TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN

### RELACIÓN DE ELEMENTOS

Elemento N° 101	Losa de concreto armado (Refuerzo Longitudinal)
Elemento N° 104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)
Elemento N° 102	Losa de concreto pretensado (Pretensado Longitudinal)
Elemento N° 105	Losa de concreto pretensado (Pretensado Transversal)
Elemento N° 103	Losa de concreto Simple
Elemento N° 106	Plancha Metálica Corrugada
Elemento N° 107	Tablero de Madera
Elemento N° 110	Viga Principales concreto armado
Elemento N° 111	Vigas Secundarias de concreto armado
Elemento N° 112	Vigas Principales de concreto pretensado
Elemento N° 113	Vigas Secundarias de concreto pretensado
Elemento N° 114	Vigas Principales de Acero Estructural
Elemento N° 115	Vigas Secundarias de Acero
Elemento N° 161	Vigas Transversales y Largueros de Acero
Elemento N° 116	Vigas de Madera
Elemento N° 117	Arriostres de Acero
Elemento N° 131	Columnas de concreto armado
Elemento N° 132	Columnas de concreto pretensado
Elemento N° 133	Columna de acero estructural
Elemento N° 134	Muros de Concreto Armado
Elemento N° 135	Muros de Concreto Simple
Elemento N° 136	Tirante de Concreto Pretensado en pórticos
Elemento N° 145	Arco de concreto armado
Elemento N° 146	Arco de acero estructural
Elemento N° 160	Bridas superior e inferior, Montantes y Diagonales de Acero
Elemento N° 168	Estructura Metálica Bailey
Elemento N° 180	Cables Principales de Acero
Elemento N° 181	Barras de Anclaje en puentes colgantes
Elemento N° 182	Torres de Acero
Elemento N° 183	Péndolas de Acero con Sockets
Elemento N° 184	Accesorios (Sillas de Montar, Montura de Péndolas) en puentes colgantes
Elemento N° 185	Vigas de Rigidez
Elemento N° 186	Arriostres de Acero
Elemento N° 190	Losa de concreto Simple
Elemento N° 191	Losa de concreto armado (Refuerzo Longitudinal)
Elemento N° 192	Muros de Concreto Simple
Elemento N° 193	Muros de Concreto Armado Alcantarilla
Elemento N° 196	Plancha Metálica Corrugada (TMC)
Elemento N° 201	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Simple
Elemento N° 204	Elevación Alas del Estribo Concreto Simple
Elemento N° 240	Elevación de Pilares Concreto Simple
Elemento N° 202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado
Elemento N° 205	Elevación Alas del Estribo Concreto Armado
Elemento N° 241	Elevación de Pilares Concreto Armado
Elemento N° 203	Elevación Cuerpo del Estribo Madera
Elemento N° 206	Elevación Alas del Estribo Madera
Elemento N° 207	Elevación Cuerpo del Estribo de Mampostería de Piedra

**RELACIÓN DE ELEMENTOS**

Elemento N° 208	Elevación Alas del Estribo Mampostería de Piedra
Elemento N° 215	Zapata de Concreto Simple
Elemento N° 216	Zapata de Concreto Armado para Estribos
Elemento N° 217	Zapata de Mampostería de Piedra
Elemento N° 220	Caisson de Concreto Simple
Elemento N° 221	Caisson de Concreto Armado
Elemento N° 230	Pilotes de Concreto Armado
Elemento N° 231	Pilotes de Concreto Estructural
Elemento N° 232	Pilotes de Madera
Elemento N° 242	Elevación de Pilares de Madera
Elemento N° 301	Capa Asfalto
Elemento N° 302	Capa Concreto Pobre
Elemento N° 303	Tablones de Madera
Elemento N° 311	Vereda Concreto
Elemento N° 313	Vereda de Madera
Elemento N° 321	Apoyo fijo Neopreno
Elemento N° 322	Apoyo deslizante de neopreno
Elemento N° 323	Apoyo deslizante de acero
Elemento N° 325	Apoyo Roller Acero
Elemento N° 326	Apoyo Rocker Acero
Elemento N° 324	Apoyo articulado de acero
Elemento N° 327	Apoyo articulado Concreto
Elemento N° 328	Apoyo Rocker de Concreto
Elemento N° 329	Apoyo Eslabón y Pin (Vigas Gerber)
Elemento N° 341	Planchas Deslizantes
Elemento N° 342	Tipo Peine
Elemento N° 343	Tipo Comprensible / Expandible Celular
Elemento N° 344	Junta de Expansión, Tipo Compresible / Expandible Sólido
Elemento N° 351	Barandas de Madera
Elemento N° 352	Barandas de Concreto
Elemento N° 353	Barandas de Acero
Elemento N° 354	Parapeto de Concreto Armado
Elemento N° 355	Guardavías
Elemento N° 401	Márgenes del río
Elemento N° 402	Lecho del río
Elemento N° 406	Enrocado
Elemento N° 410	Muro de Concreto Simple
Elemento N° 411	Muro de Concreto Armado - Cauce
Elemento N° 412	Solado Concreto Simple
Elemento N° 413	Solado Concreto
Elemento N° 501	Señalización
Elemento N° 503	Muro de Concreto Simple - Accesos
Elemento N° 504	Muro de Concreto Armado en accesos
Elemento N° 505	Zapata de Concreto Simple en muros de contención
Elemento N° 506	Zapata de Concreto Armado
Elemento N° 526	Alcantarilla de Planchas Corrugada TMC

**TOMA DE DATOS DE LA INSPECCIÓN**

**ANEXO N° 03 - 01**

<b>1) IDENTIFICACION Y UBICACIÓN</b>		
Nombre Puente :	Tramo :	
Tipo Puente :	Dpto. Político :	
Sobre (*) :	Dpto. Vial :	
Altitud (msnm) :	Provincia :	
Latitud (grad, min) :	Distrito :	
Longitud (grad, min) :	Poblado más Cercano :	
Ruta :	Kilometraje :	
<b>2) DATOS GENERALES</b>		
Puente Sobre :	Nombre :	
Longitud Total (m) :	Numero Vías Tránsito :	
Ancho Calzada (m) :	Sobrecarga Diseño :	
Ancho Vereda (m) :	Numero Proyecto :	
Altura Libre Superior (m) :	Año Construcción :	
Altura Libre Inferior (m) :	Última Inspección (dd/mm/aa) :	
Tipo Servicio :	Último Trabajo :	
Tráfico (veh/día) :	% Camiones y Buses :	
Año :	Alineamiento :	
Condiciones Ambientales :		
<b>3) TRAMOS</b>		
Numero Tramos :	Longitud Total :	Longitudes Restantes :
Tramos :	Longitud Segundo Tramo (m) :	
Luz Principal (m) :	Longitud Tercer Tramo (m) :	
<b><u>TRAMO 1 (Principal)</u></b>		<b><u>TRAMO 2</u></b>
Categoría/Tipo :		Categoría/Tipo :
Características Secundarias :		Características Secundarias :
Condición Borde :		Condición Borde :
Material Predominante :		Material Predominante :
<b>4) TABLERO DE RODADURA</b>		
<b><u>LOSA</u></b>		<b><u>VIGAS</u></b>
Material :		Tipo :
Espesor (m) :		N° Vigas :
Superficie de Desgaste :		Material :
		Forma :
		Peralte (m) :
		Separación entre Ejes :
<b>5) SUBESTRUCTURA</b>		
<b><u>ESTRIBO IZQUIERDO</u></b>		<b><u>ESTRIBO DERECHO</u></b>
Elevación / Tipo :		Elevación / Tipo :
Elevación / Material :		Elevación / Material :
Cimentación / Tipo :		Cimentación / Tipo :
Cimentación / Material :		Cimentación / Material :
<b>6) PILARES</b>		
<b><u>PILAR 1</u></b>	<b><u>PILAR 2</u></b>	<b><u>PILAR 3</u></b>
Elevación / Tipo :	Elevación / Tipo :	Elevación / Tipo :
Elevación / Material :	Elevación / Material :	Elevación / Material :
Cimentación / Tipo :	Cimentación / Tipo :	Cimentación / Tipo :
Cimentación / Material :	Cimentación / Material :	Cimentación / Material :

(\*) Sobre río quebrada carretera línea férrea etc

<b>7) MACIZOS/CAMARAS DE ANCLAJE</b>					
<b><u>IZQUIERDO</u></b>			<b><u>DERECHO</u></b>		
Elevación / Tipo :			Elevación / Tipo :		
Elevación / Material :			Elevación / Material :		
Cimentación / Tipo :			Cimentación / Tipo :		
Cimentación / Material :			Cimentación / Material :		
<b>8) DETALLES</b>					
<b><u>BARANDAS</u></b>			<b><u>VEREDAS Y SARDINELES</u></b>		
Tipo :			Ancho Vereda (m) :		
Material :			Altura Sardinela (m) :		
			Material :		
<b><u>APOYO 1</u></b>		<b><u>APOYO 2</u></b>		<b><u>APOYO 3</u></b>	
Tipo :		Tipo :		Tipo :	
Material :		Material :		Material :	
Ubicación :		Ubicación :		Ubicación :	
Número :		Número :		Número :	
<b><u>JUNTAS DE EXPANSION</u></b>			<b><u>DRENAJE DE CALZADA</u></b>		
Tipo :			Tipo :		
Material :			Material :		
<b>9) ACCESOS</b>					
<b><u>ACCESO IZQUIERDO</u></b>			<b><u>ACCESO DERECHO</u></b>		
Longitud Transición (m) :			Longitud Transición (m) :		
Alineamiento :			Alineamiento :		
Ancho de Calzada (m) :			Ancho de Calzada (m) :		
Ancho Total Bermas (m) :			Ancho Total Bermas (m) :		
Pendiente Alta :			Pendiente Alta :		
Visibilidad :			Visibilidad :		
<b>10) SEGURIDAD VIAL</b>					
<b><u>ACCESO IZQUIERDO</u></b>			<b><u>ACCESO DERECHO</u></b>		
Señal Informativa :			Señal Informativa :		
Señal Preventiva :			Señal Preventiva :		
Señal Reglamentaria :			Señal Reglamentaria :		
Señal Horizontal :			Señal Horizontal :		
<b>11) SOBRECARGA</b>					
Carga de Diseño :			Cara Máxima Actual :		
Sobreesfuerzo :			Señalización de Carga :		
<b>12) RUTA ALTERNA</b>					
Tipo Otras Rutas :					
<b><u>VADO</u></b>			<b><u>PUENTE PARALELO</u></b>		
Distancia de Puente (Km) :			Posibilidad de Construir :		
Período de Funcionamiento (meses) :			Longitud Total (m) :		
Profundidad de Aguas Mínimas (m) :			Subestructura :		
Naturaleza del Suelo :			Tipo :		
Variante Existe :					
Necesidad de Construirlo :					
<b>13) CONDICION DEL SECTOR DE LA CARRETERA</b>					
Condición de la Carretera :					
<b>14) SUELO DE CIMENTACION</b>					
	<b>ESTRIBO IZQ.</b>	<b>ESTRIBO DER.</b>	<b>PILAR 1</b>	<b>PILAR 2</b>	<b>PILAR 3</b>
Material :					
Comentarios :					







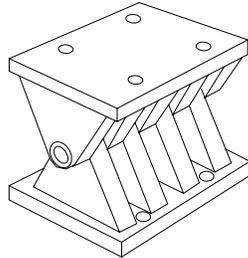


**ANEXO N° 04**

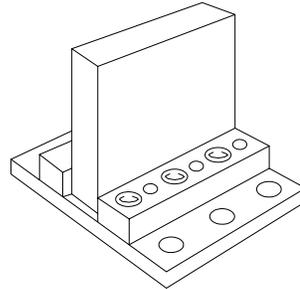
**DETALLES GRÁFICOS DE ELEMENTOS A INSPECCIONAR**

## ANEXO N° 04: DETALLES GRÁFICOS DE ELEMENTOS A INSPECCIONAR

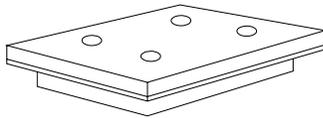
### 1.-APARATOS DE APOYO DE ACERO



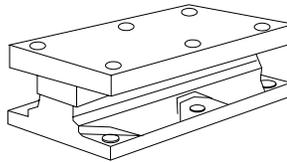
**TIPO ARTICULADO**  
(Para grandes rotaciones, permite resistir gran carga horizontal)



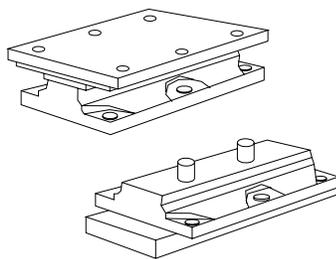
**TIPO GUIA (PLACA)**  
(Para deslizamiento libre, permite resistir gran carga horizontal)



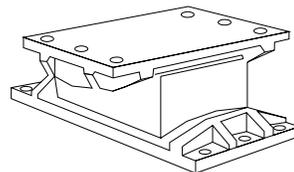
**TIPO PLANCHA DESLIZANTE**  
(Solo traslación)



**TIPO ROCKERS LINEAL FIJO**  
(Solo traslación y rotación alrededor de un eje)



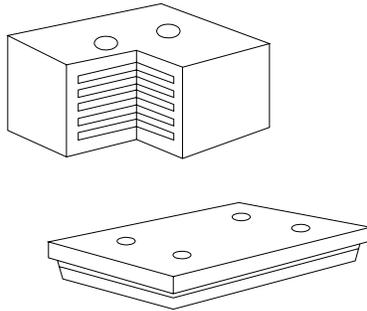
**TIPO ROCKERS MODIFICADO**  
(Traslación y rotación alrededor de un eje)



**TIPO ROCKERS**  
(Traslación y rotación alrededor de ambos ejes)

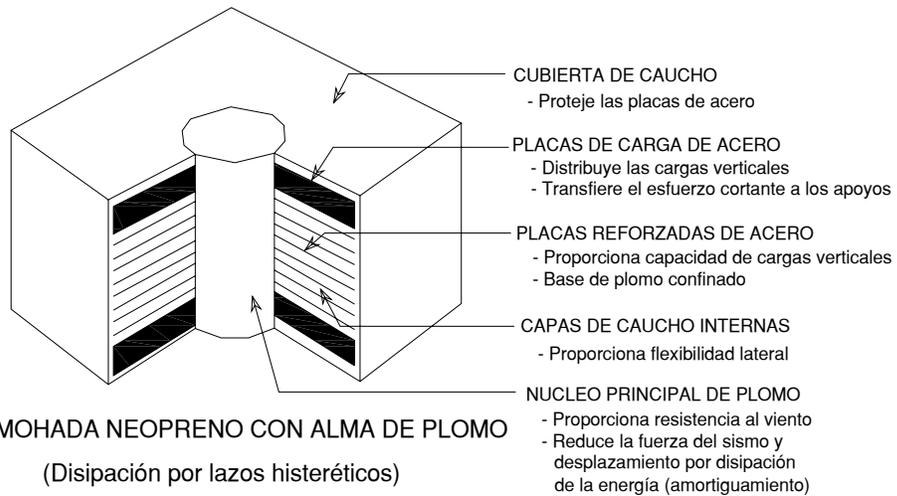


2.- APARATOS DE APOYO DE NEOPRENO



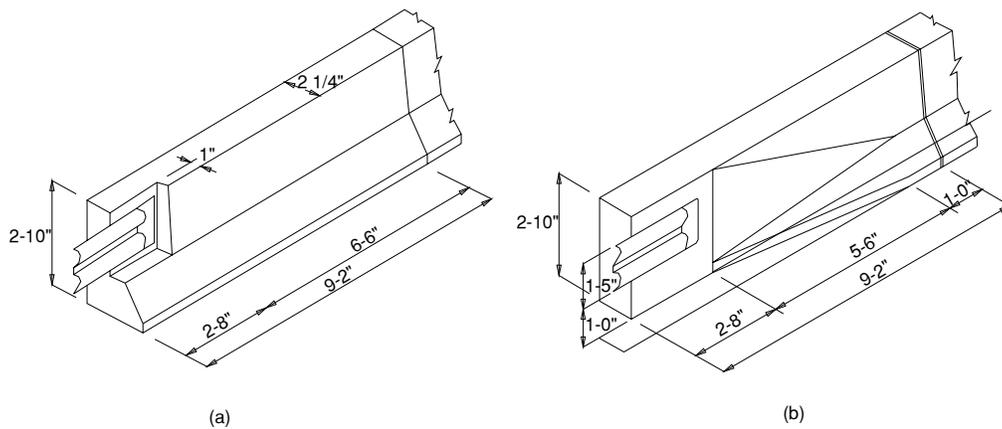
TIPO ALMOHADA NEOPRENO REFORZ.  
(Provee rotación y traslación en ambos ejes)

3.- APARATOS DE APOYO DE NEOPRENO CON ALMA DE PLOMO



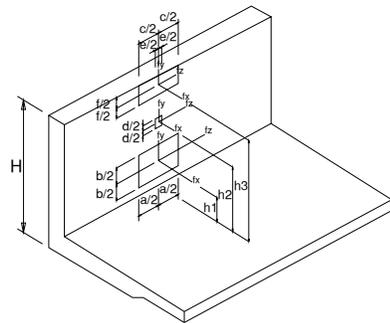
TIPO ALMOHADA NEOPRENO CON ALMA DE PLOMO  
(Disipación por lazos histeréticos)

4.- BARANDAS

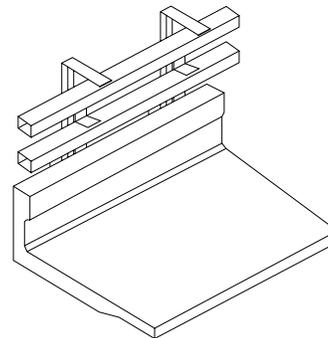


1 Pulg. = 25.4 mm  
1 Pie = 0.3048 m

BARANDAS TIPO PARAPETO (TIPO NEW JERSEY)

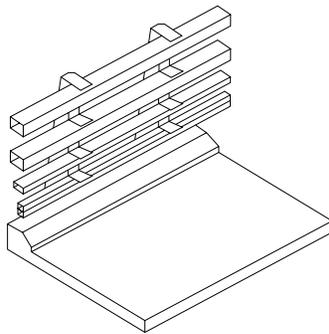


CONCEPT A

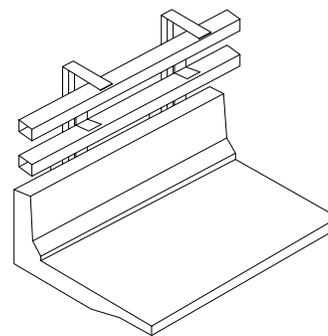


CONCEPT B

H\*=Altura total de barandas



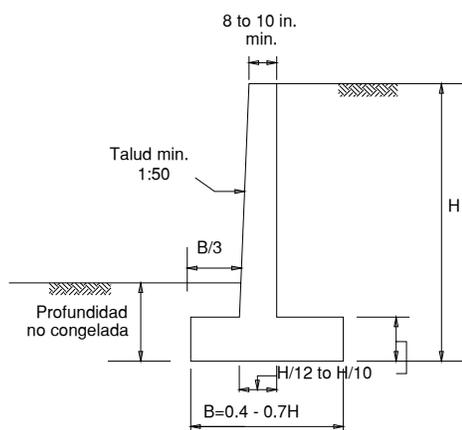
CONCEPT C



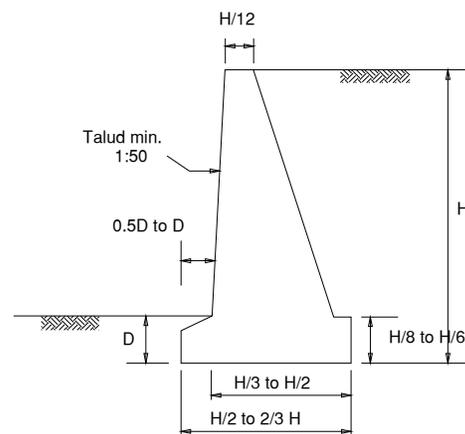
CONCEPT D

BARANDAS MIXTAS PARAPETO + POSTE CON PASAMANO

5.- MUROS DE CONTENCIÓN

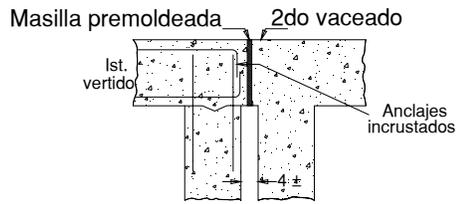


MURO EN VOLADIZO

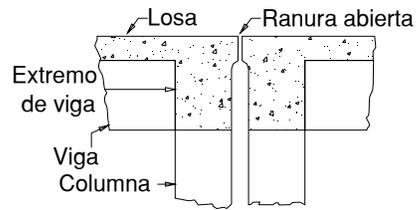


MURO DE CONTENCIÓN DE GRAVEDAD

6.- JUNTAS DE DILATACION



(h) MURO DOBLE O SERIE DE COLUMNAS DOBLES



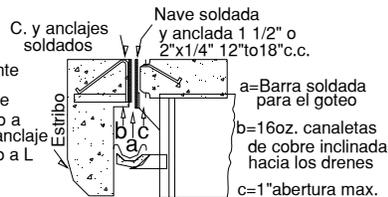
(i) COLUMNAS DOBLES

JUNTAS CERRADAS

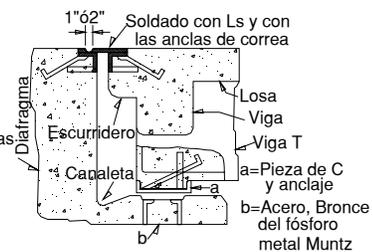
JUNTAS ABIERTAS



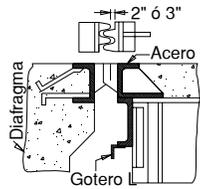
(a) JUNTA CERRADA PARA EXTREMO FIJO O EXPANSION PEQUENA



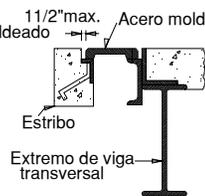
(b) JUNTA ABIERTA DRENANTE PARA EXTREMO FIJO O EXPANSION PEQ.



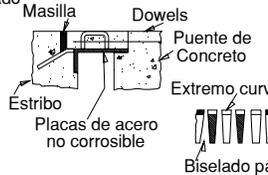
(c) JUNTA ARMADA PARA EXPANSIONES MODERADAS, CANALETAS PARA DRENAJE



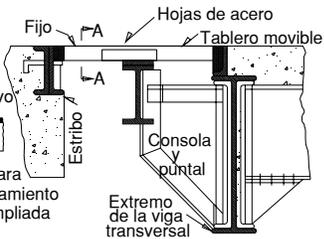
(d) JUNTA DENTADA PARA EXPANSIONES MODERADAS



(e) ARMAZON FLOTANTE PARA PERMITIR DEFLEXIONES VERTICALES

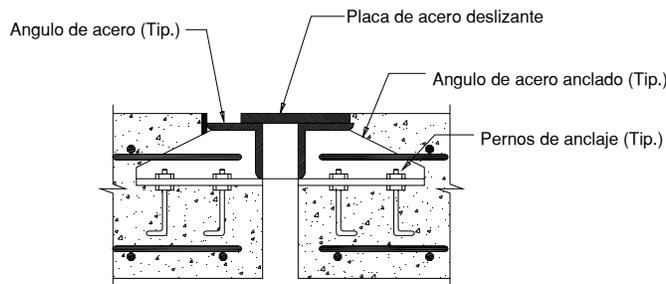


(f) LOSA FLOTANTE PARA EXPANSIONES PEQUEÑAS

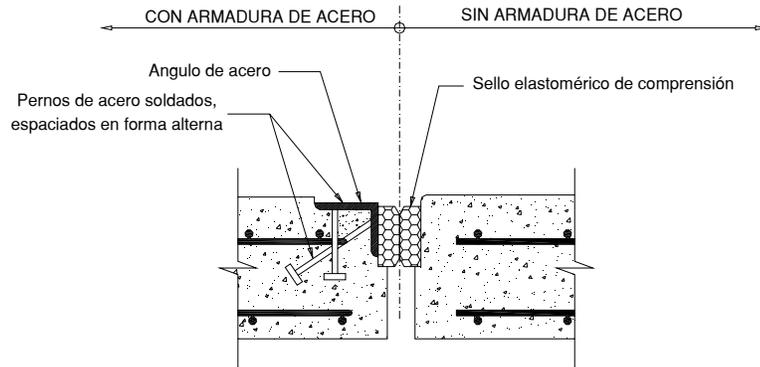


(g) JUNTAS DENTADAS PARA PUENTES QUE REQUIEREN EXPANSIONES GRANDES

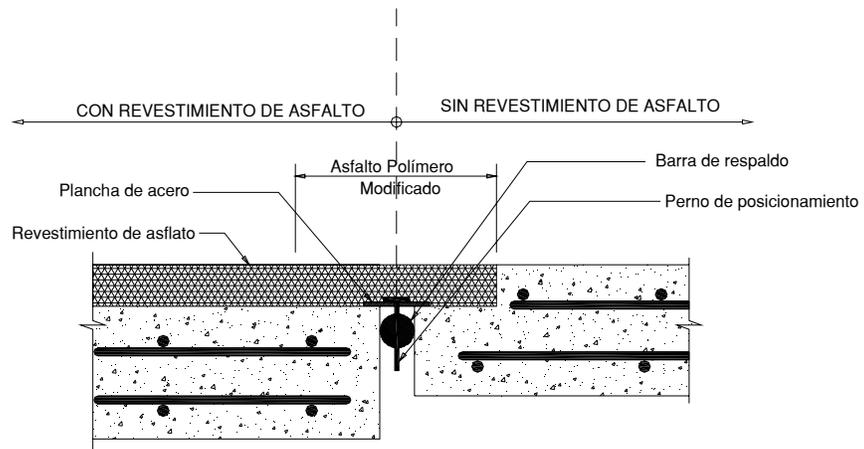
6.1 JUNTAS CON POCO RANGO DE MOVIMIENTO



a) TIPO PLANCHAS DESLIZANTES

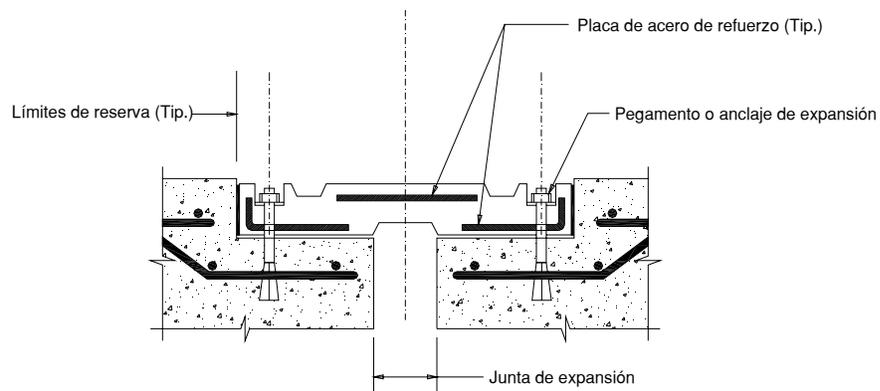


b) JUNTA SELLADA DE COMPRESION

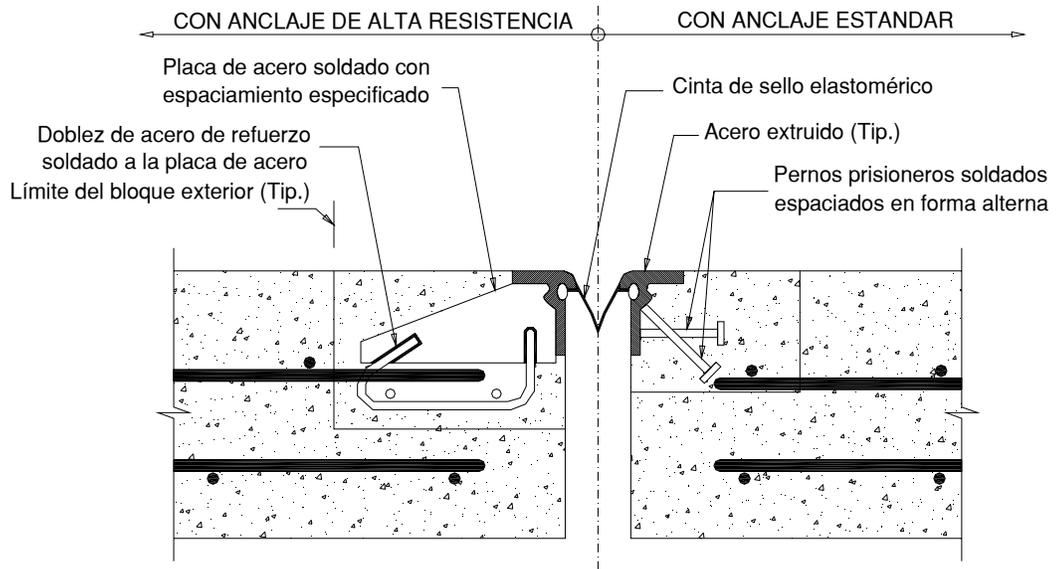


c) JUNTA SELLADA DE ASFALTO

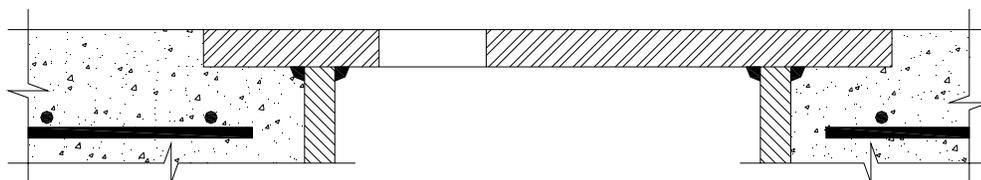
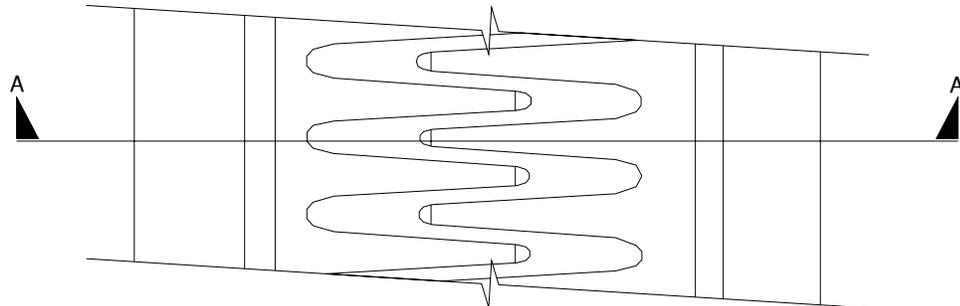
6.2 JUNTAS CON MEDIANO RANGO DE MOVIMIENTO



a) JUNTA PANEL BOLT-DOWN



b) JUNTA CERRADA CON PERFIL ELASTOMERICO



c) JUNTA TIPO PEINE

CORTE A-A

**ANEXO N° 05**

**DEFECTOS Y PROBLEMAS DE LOS PUENTES**

## **ANEXO N° 05: DEFECTOS Y PROBLEMAS DE LOS PUENTES**

### **5.1. DEFECTOS EN LOS PUENTES**

El deterioro causado por los agentes naturales es común en todas las obras de la ingeniería civil, los fenómenos como lluvias torrenciales, huaycos, sismos, así como también las colisiones o impactos provocados, producen sin duda situaciones de emergencia, como asentamientos, erosiones, socavaciones, etc., que deben evaluarse inmediatamente.

Los defectos que ocurren con más frecuencia en puentes construidos con estructura de madera o de concreto se clasifican según dos aspectos básicos: (i) funcionales y (ii) estructurales, tipificados de la siguiente manera:

#### **5.1.1 DEFECTOS FUNCIONALES**

Son aquellos que comprometen la finalidad principal de la obra, que es la de permitir el paso del caudal del curso de agua y proporcionar un paso seguro a los usuarios. Existen los siguientes tipos de problemas: (i) materiales depositados en el cauce del río que ponen en riesgo la estabilidad de la estructura, (ii) desniveles ubicados junto a las superficies de las cabeceras de los puentes, (iii) barandas y guarda-ruedas dañados que ponen en riesgo la seguridad del usuario y por último, (iv) plataformas que presentan depresiones. Todos los antes mencionados se encuadran en esta categoría de defectos. Por otro lado, problemas tales como: (i) la obstrucción de los elementos del drenaje superficial del tablero, y (ii) la necesidad de reposición, reparación, o pintura de las piezas dañadas de las barandas, deben considerarse trabajos que hacen parte del mantenimiento rutinario. Los equipo de mantenimiento pueden identificar fácilmente tales defectos rápidamente repararlos para evitar mayores daños a la estructura del puente, restableciendo las condiciones de seguridad tanto de la obra como para el usuario.



### 5.1.2 DEFECTOS ESTRUCTURALES

Son aquellos que comprometen la estructura propiamente dicha del puente, por ejemplo las piezas agrietadas o podridas en el caso de los puentes de madera. Con respecto a los puentes constituidos por estructuras de concreto, existen defectos clasificados como (i) grietas en piezas estructurales importantes como pilares y vigas, (ii) armaduras expuestas, (iii) daños en los elementos de apoyo; todos estos se caracterizan como defectos estructurales

Estos defectos pueden prevenirse haciendo observaciones periódicas de las piezas que componen la estructura en su conjunto. Cuando se detectan, deben solucionarse inmediatamente, ya que pueden comprometer la estabilidad del puente en el caso de que no sean reparados.



## 5.2 PROBLEMAS EN ESTRUCTURAS DE MADERA

### 5.2.1 PANDEOS Y RAJADURAS

Los pandeos y las rajaduras pueden llegar a poner en riesgo la estructura. Las rajaduras comprometen las uniones, ya que neutralizan la acción de los elementos de unión, como tornillos o pernos. Debe evitarse el uso de la madera verde en la construcción y reparación de los elementos de los puentes. Las extremidades de las piezas donde se verifique la posibilidad de penetración de humedad, deben impermeabilizarse adecuadamente.

Causa principal: secado inadecuado de las piezas de madera.

Alternativas de solución: (i) Substitución de la pieza o (ii) Inyección de resina tipo epóxica, así como el uso de abrazaderas para reforzar la pieza a través de grapas metálicas.

### **5.2.2 PUDRIMIENTO DE LAS PIEZAS DE MADERA**

Las piezas de madera con problemas de pudrimiento o descomposición se vuelven oscuras y blandas, por la que pierden resistencia

Este tipo de problema puede verificarse visualmente, si se golpea la madera con un martillo o se perfora con un elemento puntiagudo.

El secado adecuado de las piezas de la madera y el drenaje de las áreas de contacto pueden evitar este tipo de problema. El uso de productos de protección como la creosota es una manera eficaz de prevención por que impermeabiliza las piezas tratadas. Las piezas deben tratarse inmediatamente después de que han sido trabajadas, o sea, después de su corte y agujereado para que todas las superficies que quedan expuestas reciban una película de protección.

Causa principal: humedad en la pieza.

Alternativas de solución: Sustitución de la pieza.

### **5.2.3 ACCIÓN DE FUEGO**

Las piezas que han sido alcanzadas por el fuego se destruyen fácilmente debido al alto grado de combustión de la madera

Causa principal: Acción del fuego sobre las piezas alcanzadas. Ocurre debido a la imprudencia de conductores y transeúntes que tiran cigarros encendidos a lo largo del camino, o por las quemas de vegetación hechas por los agricultores en lugares próximos a los puentes.

Alternativas de solución: (i) sustitución de la pieza afectada y, (ii) corte de la vegetación bien a ras del suelo en áreas próximas a los puentes para reducir el potencial de destrucción en caso de que se produzcan incendios en la vegetación circundante.

### **5.2.4 EFECTOS DEL DESGASTE MECÁNICO**

En puentes de madera, la acción de la fricción de las ruedas de los vehículos puede ocasionar la formación de fibras junto a la superficie de la plataforma de madera, lo que resulta en una reducción importante del espesor de las piezas sujetas al contacto directo con el tráfico. La práctica usual de cubrir los surcos de la rueda con

tablas de madera dispuestas en el sentido del tráfico mejora sensiblemente el confort del usuario al atravesarlo, al mismo tiempo que facilita sobremanera las actividades para su mantenimiento.

Causa principal: acción continua en el tráfico

Alternativas de solución: (i) sustitución de las piezas dañadas e (ii) implantación junto a los surcos de rueda de tablas de madera en la forma mencionada anteriormente.

### 5.2.5 DEFORMACIONES

Las vigas longitudinales se deforman acentuadamente debido al paso de los vehículos.

Causa principal: Vehículos que transitan sobre el puente con exceso de carga.

Alternativas de solución: (i) sustitución de las vigas por elementos de mayor sección (ii) refuerzo de las piezas con deformación excesiva, o (iii) prohibición del tránsito de vehículos que transportan cargas con tonelaje más elevado que el permitido por la estructura del puente.

### 5.2.6 ATAQUES DE INSECTOS Y CRUSTÁCEOS

Las estructuras de madera pueden ser atacadas por insectos (termes), moluscos (teredo), o incluso crustáceos (limnea).

El uso de pesticidas o creosota en las piezas de construcción de los puentes minimiza la aparición de tales plagas junto a las superficies de las estructuras de madera. Estas plagas aparecen principalmente en áreas del litoral o también en manglares.



Causa principal: Falta de protección de las piezas de madera

## 5.3. PROBLEMAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

### 5.3.1 ALTERACION DEL CONCRETO

La alteración del concreto ocurre cuando el mismo está sometido a medios agresivos como sales y sulfatos. El uso de cementos con resistencia a la acción de dichos agentes debe ser objeto de análisis cuando se prevea la aparición de este tipo de problema.



Causas principales: (i) presencia de aguas sulfatadas y (ii) infiltraciones a través de vacíos o hendiduras en las estructuras del concreto.

Alternativas de solución: (i) inyección de lechada de cemento o resina en las hendiduras existentes, y (ii) impermeabilización de las piezas de concreto que estén en contacto con el agua.

### 5.3.2 CORROSION DE LAS ARMADURAS

En regiones próximas al mar la acción de la intemperie en las armaduras expuestas ocurre rápidamente, lo que puede comprometer gravemente toda la estructura del puente.

Causas principales: (i) falta de recubrimiento de las armaduras y (ii) presencia de hendiduras en el concreto.



Alternativas de solución: Uso de lechada con aditivos como la resina epóxica o solamente lechada de cemento para el recubrimiento de las armaduras expuestas al aire;

Se consideran normales pequeñas hendiduras en las piezas de concreto armado siempre y cuando no haya exposición visible de las armaduras. Sin embargo, las mismas deben ser objeto de controles de rutina para verificar si son ocasionadas por los defectos de la retracción del concreto o si pueden estar indicando algún problema de orden estructural. Las hendiduras de mayor magnitud que son más visibles y con un espesor y profundidad mayores, se denominan grietas. Estas indican la existencia de probables problemas estructurales.

Causas principales: (i) retracción excesiva del concreto por problemas de cura insuficiente, (ii) variación excesiva de la temperatura ambiente y (iii) armaduras mal distribuidas o con problemas de adherencia.

Alternativas de solución: Relleno de las hendiduras con resina epóxica.

### **5.3.3 ACCION DE FUEGO**

Las altas temperaturas generadas por el fuego afectan las estructuras de concreto ocasionando graves hendiduras. Las armaduras a su vez, también pueden afectarse dependiendo de la magnitud del siniestro.

Causas principales: temperatura excesivamente alta

Alternativas de solución: (i) reparación de las hendiduras con lechada de cemento o resina epóxica en el caso de que las armaduras no hayan sido afectadas y (ii) evaluación estructural de los daños en su totalidad para verificar las posibilidades de recuperación de la estructura, en el caso de que las armaduras hayan sido afectadas por el fuego.

### **5.3.4 DEFECTOS EN EL CONCRETO**

Los problemas causados por el vertido incorrecto del concreto o errores al realizar los movimientos y/o las vibraciones en el encofrado durante la etapa de construcción, pueden dar origen a defectos en el concreto con o sin exposición de las armaduras.

Causas principales: (i) segregación del concreto durante su vertido en el encofrado, (ii) armaduras con falta de espacio para la penetración del concreto, (iii) encofrado con aberturas y (iv) vibración deficiente del concreto.

Alternativas de solución: Cubrir los defectos con la aplicación de una mezcla de cemento y arena o su relleno con resina epóxica.

**ANEXO N° 06**

**PRUEBAS EN LOS COMPONENTES DE UN PUENTE**

## **ANEXO N° 06 : PRUEBAS EN LOS COMPONENTES DE UN PUENTE**

### **6.1. INTRODUCCIÓN**

Para planificar una reparación o mantenimiento de un puente, en algunos casos es necesario obtener más información de la condición del material existente que la que se puede obtener con la inspección visual.

Normalmente el Supervisor no ejecuta estas pruebas, pero si debe saber cuando son necesarias y conocer lo que se determina con ellas. Por esta razón, es importante que el Inspector revise los conceptos técnicos sobre pruebas en los Componentes de un Puente, para facilitar su trabajo de inspección en campo y la preparación de su Informe de Inspección.

### **6.2. RECONOCIMIENTO DE LA CORROSIÓN DEL ACERO EN EL CONCRETO ARMADO**

Hay varias pruebas para investigar el deterioro de un elemento debido a la corrosión del acero de refuerzo.

El reconocimiento de la delaminación se hace golpeando el tablero de concreto para que aparezcan las fisuras internas causadas por la corrosión del acero de refuerzo, quedando las marcas en la superficie; la superficie usualmente se sondea mediante una cadena de arrastre, mostrando la delaminación.

Las áreas que presentan este tipo de deterioro, quedan marcadas en la superficie y el mapa se usa como un informe de reconocimiento. La cantidad de delaminación es medida como porcentaje del área de la superficie tratada.

No se incluyen las cavidades que se han producido por otros motivos.



### 6.3. COBERTURA DEL ACERO DE REFUERZO USANDO UN MEDIDOR DE ESPESOR

Hay instrumentos comercialmente disponibles que, usando un campo magnético, detectan la presencia, dentro del concreto, de las barras de acero de refuerzo. Si se conoce el diámetro de la barra, el instrumento puede determinar el espesor de concreto sobre la barra.



La estimación de la profundidad a la que se encuentran las barras de refuerzo es útil cuando hay que remover parte de la superficie para trabajos de mantenimiento.

Para ayudar a comprobar la precisión y calibrar el instrumento, se expone una barra de refuerzo y se compara la lectura con la profundidad hallada. Esta práctica es útil puesto que el concreto puede contener partículas magnéticas que afectan las medidas dadas por el instrumento.

### 6.4. CONTENIDO DE CLORUROS

Es una Inspección Especial que se efectúa recogiendo muestras del polvo de concreto por efecto de taladrar la superficie y analizando las muestras obtenidas a varias profundidades.

El contenido de sales de cloro se puede medir en  $\text{kg}/\text{m}^3$ . El umbral de contaminación empieza con  $16 \text{ kg}/\text{m}^3$  (una libra por pie cúbico).

### 6.5. RECONOCIMIENTO DEL POTENCIAL DE CORROSIÓN

El procedimiento para medir el potencial de corrosión del acero de refuerzo es midiendo el potencial eléctrico de este acero. Estas medidas se hacen conectando una sonda a un detector de corrosión.

La superficie es usualmente mojada para un mejor contacto eléctrico.

Esta prueba no es recomendable cuando el tablero está armado con acero galvanizado o cubierto con material epóxico.

### **6.6. MAPA DE CONTORNO DE CORROSIÓN**

Los test de corrosión están típicamente circunscritos a un cuadrado de 1.3 m de lado (cuatro pies) establecido en el tablero del puente. Los resultados de la prueba se registran en la misma ubicación mostrada en un esquema del tablero y los contornos muestran las áreas que tienen delaminación, contaminación por cloruros y corrosión activa.

### **6.7. NUEVAS PRUEBAS DE CORROSIÓN**

Los tableros de concreto, deteriorados por contaminación con sales de cloro, continúan aumentando el costo del mantenimiento en puentes. La investigación y los esfuerzos que se desarrollan para hallar métodos de detección y cuantificación de daños por corrosión, en forma más confiable y rápida, hacen más efectiva la administración para el mantenimiento de puentes.

Uno de tales esfuerzos es el desarrollo de un índice de la medida de corrosión basada en la determinación de la polarización potencial del acero de refuerzo. Otro método de prueba, es de acuerdo a la permeabilidad del concreto, indicado por la carga eléctrica que pasa a través de este material.



### **6.8. PRUEBAS EN CONCRETO SIN RELACIÓN A LA CORROSIÓN**

En un tablero de concreto armado, se puede determinar las características del material que son más útiles en la planificación de su mantenimiento, mediante:

### 6.8.1 TESTIGOS.

Que pueden ser extraídos mediante taladros del material endurecido que forma el tablero. Estos testigos pueden luego ser probados a la compresión.



Sin embargo, como la mayoría de los problemas tiene más relación con la durabilidad que con la resistencia, raramente estos testigos se ensayan la compresión simple y, mas bien, son usados para análisis petrográficos de aire incorporado y para pruebas de contaminación química. Como esta prueba es costosa y destructiva, los testigos se extraen solo cuando es necesario efectuar investigación adicional.

### 6.8.2 REACTIVIDAD ALCALINA DE LOS AGREGADOS

Algunos agregados reaccionan con el cemento creando un gel en el concreto endurecido; con el tiempo, este gel se expande causando fisuras y desintegración de la adherencia entre los ingredientes del concreto. Una prueba con luz ultravioleta y acetato de uranio permite determinar la presencia del gel.

Poco puede hacerse para prevenir este problema en los puentes existentes, excepto hacer lo posible para impedir el uso de agregados reactivos en las futuras reparaciones.

### 6.8.3 PRUEBAS PARA PROBLEMAS ESPECIALES

Hay pruebas consideradas muy costosas para ser usadas en forma rutinaria. Sin embargo algunas pueden ser usadas en situaciones especiales, tales como:

### 6.8.3.1 VELOCIDAD DE PULSO ULTRASÓNICO

Con esta medición se obtiene el tiempo de transmisión de energía de un pulso ultrasónico a través de una cierta distancia de concreto. Esta velocidad es proporcional al módulo dinámico de elasticidad o endurecimiento, el cual a su vez es un indicador de la resistencia del concreto.



La prueba evalúa la homogeneidad y determina la ubicación de las fisuras. El resultado puede ser afectado por muchos factores, incluyendo la variación de los agregados y la ubicación del acero de refuerzo. Se obtiene resultados cuantitativos, pero ellos son de naturaleza relativa, por lo que es necesario correlacionarlos con testigos, para conseguir valores absolutos.

### 6.8.3.2 INSPECCION RADIOGRÁFICA

Puede usarse para ubicar fisuras, acero de refuerzo y vacíos internos en el concreto. Se puede penetrar hasta 200 mm dentro del concreto.



Es un método no destructivo pero requiere acceso a la parte posterior del elemento. Es muy costoso y debe ser usado con cuidado por el potencial de riesgo a la salud de los rayos X.

### 6.8.3.3 TOMOGRAFÍA ASISTIDA POR COMPUTADORA

Esta prueba emplea una fuente nuclear para obtener una sección transversal del elemento. Entrega información sobre la ubicación de los agregados, fisuras, vacíos, densidad y extensión de la corrosión.



Es un método no destructivo y puede ser usado para observar elementos de hasta un metro de espesor. Es muy costoso, no da medidas directas de resistencia y tiene un alto riesgo para el usuario.

## 6.9. PRUEBAS EN ELEMENTOS DE ACERO

Existen varios métodos de prueba para evaluar los problemas que tienen los elementos de acero. Es importante conocer la resistencia del acero, sus ingredientes y la presencia de fallas o fisuras que no se pueden observar a simple vista.

### 6.9.1 PLACAS DE MUESTRA

Se pueden extraer muestra del área de un elemento donde no cause problema a la estructura (determinada por un especialista estructural calificado). La muestra puede ser probada a esfuerzos de tracción y análisis de sus ingredientes (para capacidad de carga y soldabilidad). La prueba es destructiva por lo que su uso es restringido.



### 6.9.2 TINTES DE PENETRACIÓN

Esta prueba es usada para identificar y aumentar las fisuras en la superficie de elementos de acero. La prueba es simple y no es costosa. Fotografando las fisuras se obtiene un registro duradero.



### 6.9.3 PRUEBAS CON PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

Con esta prueba se ubican fisuras en la superficie de elementos de acero, introduciendo un campo magnético. Las partículas magnéticas son fluorescentes y están suspendidas en un líquido espeso. El campo magnético atrae las partículas hacia las discontinuidades de la superficie de acero. El método es rápido y de bajo costo, aunque sólo es aplicable a defectos superficiales.



### 6.9.4 PRUEBAS ULTRASÓNICAS

Este método emplea ondas de sonido para ubicar fisuras o fallas dentro de miembros de acero. Es comúnmente usado en uniones soldadas terminales de platabandas, partes de péndolas con pines.

Es más efectiva en la identificación de fisuras que son perpendiculares, más que paralelas, a la dirección de la onda de

sonido. Es una prueba no destructiva y puede ser usada para medir espesores de elementos.



### 6.9.5 INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA

Se localizan fisuras con empleo de películas y una fuente de rayos X o rayos gamma, colocada en el lado opuesto del elemento, obteniendo un registro permanente. Se puede penetrar hasta 350 mm. en el acero.



El método es costoso, difícil de usar, con riesgo de salud para el operador, a menos que se tomen cuidados extremos durante su aplicación.

### 6.9.6 HOLOGRAFIA ACÚSTICA

Con este método se ubican fisuras empleando transductores ultrasónicos que producen una figura multidimensional y un registro permanente. La prueba es costosa y algo experimental.

## 6.10. PRUEBAS EN ELEMENTOS DE MADERA

La madera es uno de los materiales antiguos más usados en los puentes. A pesar de su larga historia, aun están en desarrollo métodos de prueba para añadir a esos actualmente en uso:

### 6.10.1 PUNZÓN DE PRUEBA

Un punzón (Picahielos) puede ser usado para que, en forma subjetiva, se mida la calidad de la madera.

### 6.10.2 PERFORACIONES

Se emplean para obtener muestras del interior de una pieza de madera ya que el deterioro empieza en el interior de un elemento tratado. Con esta prueba se define si el elemento debe ser cambiado como parte de una operación de reparación.

### 6.10.3 PRUEBAS AVANZADAS PARA MADERA

Las siguientes son dos de las muchas pruebas que se han desarrollado para evaluar la capacidad de los elementos de madera.

#### 6.10.3.1 PRUEBA DE VELOCIDAD DE PULSO SÓNICO

Con este método se tiene la resistencia relativa de la madera y la pérdida de sección como un solo valor, basándose en la velocidad del pulso, que es proporcional a la densidad y al módulo de elasticidad. Para obtener valores absolutos es necesario correlacionar los resultados con muestras de conocida resistencia.



### 6.10.3.2 MEDIDORES MANUALES DE HUMEDAD

Con estos medidores se obtiene la humedad contenida en una pieza sólida, incluyendo madera laminada. Estos aparatos pueden ser de medición dieléctrica o de conducción. Con ello se obtiene una medida rápida del contenido de humedad y también proporcionan información sobre resistencia, basándose en parámetros eléctricos, aunque esa información no es confiable.



Las medidas deben ser comparadas con una curva de calibración, para obtener una medida indirecta del contenido de humedad.

Ciertos preservantes (creosota) y adhesivos (cola de madera laminada) pueden afectar las lecturas.

### 6.11. PRUEBAS DE CARGAS

La mayoría de los métodos de medición de capacidad de un elemento de un puente, predicen el esfuerzo que puede producirse en ese elemento por el peso de un vehículo.

La predicción se basa en una simple aplicación de la teoría estructural, combinada con factores experimentales. Las lecturas de los medidores de deformación, aplicados en ciertos puntos de la estructura, son convertidas a esfuerzos, registrando los producidos por diferentes cargas.

Este método es aplicable en caso que exista duda del estado de un puente y debe realizarse con un proceso específico y aprobado.

