



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

# PITRA

Programa de  
Infraestructura  
del Transporte

RECOMENDACIONES PARA  
MEJORAR EL MANUAL DE  
INSPECCIÓN DE PUENTES DEL  
MOPT LM-PI-UP-01-2016

PREPARADO POR  
Vargas-Alas Luis Guillermo  
Muñoz-Barrantes Jorge  
Barrantes-Jiménez Roy  
Loría-Salazar Luis Guillermo



programa de infraestructura  
del transporte

San José, Costa Rica  
Febrero, 2016

UP

Unidad de  
Puentes

# RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL MANUAL DE INSPECCIÓN DE Puentes DEL MOPT **LM-PI-UP-01-2016**

**Vargas-Alas, Luis Guillermo**<sup>1</sup>; **Muñoz-Barrantes, Jorge**<sup>2</sup>; **Barrantes-Jiménez, Roy**<sup>3</sup> y **Loria-Salazar, Luis Guillermo**<sup>4</sup>

1. Ingeniero Evaluador Unidad de Puentes PITRA LanammeUCR
2. Ingeniero Evaluador Unidad de Puentes PITRA LanammeUCR
3. Coordinador Unidad de Puentes PITRA LanammeUCR
4. Coordinador general Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) LanammeUCR

**Palabras Clave:** PITRA, Puentes, Evaluación, Inspección visual, Manual de Inspección, Mejoras.

**Resumen:** Se realiza una revisión del contenido del Manual de Inspección de Puentes del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica (MOPT) con el fin de formular oportunidades de mejora para esta herramienta y el programa informático relacionado. Las recomendaciones para mejora se basan en la experiencia de la Unidad de Puentes del PITRA-LanammeUCR (UP) en evaluación de estructuras de puentes y la revisión continua que realiza la UP de las metodologías internacionales para evaluación de puentes. Como resultado se brindan 36 observaciones de fondo y 8 de forma con sus respectivas recomendaciones que el MOPT se puede encargar de evaluar e implementar en el Manual de Inspección de Puentes.

---

## Referencias

1. Muñoz-Barrantes, J., Vargas-Alas, L. G., Vargas-Barrantes, S., Agüero-Barrantes, P., Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., et al. (2015). Actualización de los criterios para la evaluación visual de puentes LM-PI-UP-05-2015. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
2. MOPT (2007). Manual de Inspección de Puentes. Primera Edición. Dirección de Puentes. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
3. MOPT (2007). Lineamiento para Mantenimiento de Puentes. Primera Edición. Dirección de Puentes. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
4. MOPT (2014). Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007. Actualización del capítulo 5. Primera Edición. Dirección de Puentes. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
5. AASHTO (2014). Manual for Bridge Element Inspection. First Edition with 2015 Interim Revisions. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.

# RECOMMENDATIONS TO IMPROVE MOPT'S MANUAL FOR BRIDGE INSPECTION **LM-PI-UP-01-2016**

Vargas-Alas, Luis Guillermo <sup>1</sup>; Muñoz-Barrantes, Jorge <sup>2</sup>; Barrantes-Jiménez, Roy <sup>3</sup> y Loria-Salazar, Luis Guillermo <sup>4</sup>

1. Evaluator Engineer Unidad de Puentes PITRA LanammeUCR
2. Evaluator Engineer Unidad de Puentes PITRA LanammeUCR
3. Coordinator Unidad de Puentes PITRA LanammeUCR
4. General coordinator Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) LanammeUCR

**Keywords:** PITRA, Bridges, Evaluation, Visual inspection, Inspection manual, Improvements.

**Abstract:** A review of the contents of the Manual for Bridge Inspection from the Ministry of Public Works and Transport of Costa Rica (MOP; from its Spanish acronym of Ministerio de Obras Públicas y Transportes) is made in order to state improvement opportunities for this tool and its related software. Improvement recommendations are based on PITRA's Unidad de Puentes (UP) experience in evaluating bridge structures and ongoing review being conducted of international methodologies for bridge evaluations. As a result, there are provided 36 substantive comments and 8 form observations with their respective recommendations that MOPT can evaluate and implement on the Manual for Bridge Inspection.

---

## References

1. Muñoz-Barrantes, J., Vargas-Alas, L. G., Vargas-Barrantes, S., Agüero-Barrantes, P., Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., et al. (2015). Actualización de los criterios para la evaluación visual de puentes LM-PI-UP-05-2015. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
2. MOPT (2007). Manual de Inspección de Puentes. Primera Edición. Dirección de Puentes. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
3. MOPT (2007). Lineamiento para Mantenimiento de Puentes. Primera Edición. Dirección de Puentes. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
4. MOPT (2014). Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007. Actualización del capítulo 5. Primera Edición. Dirección de Puentes. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
5. AASHTO (2014). Manual for Bridge Element Inspection. First Edition with 2015 Interim Revisions. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.

---

Vargas-Alas, L. G., Muñoz-Barrantes, J., Barrantes-Jiménez, R., & Loria-Salazar, L. G. (2015). *Recomendaciones para mejorar el Manual de Inspección de Puentes del MOPT LM-PI-UP-05-2015*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

# Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

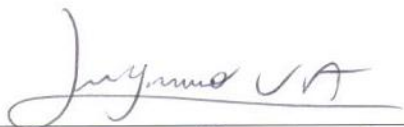


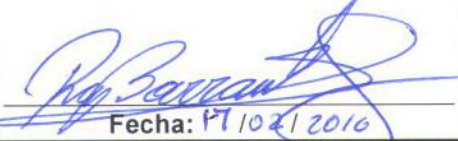

Informe: LM-PI-UP-01-2016

## **RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL MANUAL DE INSPECCIÓN DE PUENTES DEL MOPT**

Preparado por:  
**Unidad de Puentes**

San José, Costa Rica  
Febrero, 2016

Página intencionalmente dejada en blanco

<b>1. Informe:</b> LM-PI-UP-01-2016		<b>2. Copia No.</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL MANUAL DE INSPECCIÓN DE Puentes DEL MOPT		<b>4. Fecha del informe</b> Febrero, 2016
<b>5. Organización y dirección</b> Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
<b>6. Notas complementarias</b> Ninguna.		
<b>7. Resumen</b> <i>Se realiza una revisión del contenido del Manual de Inspección de Puentes del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica (MOPT) con el fin de formular oportunidades de mejora para esta herramienta y el programa informático relacionado. Las recomendaciones para mejora se basan en la experiencia de la Unidad de Puentes del PITRA-LanammeUCR (UP) en evaluación de estructuras de puentes y la revisión continua que realiza la UP de las metodologías internacionales para evaluación de puentes. Como resultado se brindan 36 observaciones de fondo y 8 de forma con sus respectivas recomendaciones que el MOPT se puede encargar de evaluar e implementar en el Manual de Inspección de Puentes.</i>		
<b>8. Palabras clave</b> PITRA, Puentes, Evaluación, Inspección visual, Manual de Inspección, Mejoras	<b>9. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>10. Núm. de páginas</b> 34
<b>11. Informe preparado por:</b> Ing. Luis Guillermo Vargas-Alas Unidad de Puentes-LanammeUCR  Fecha: 17/02/2016	<b>12. Revisado por:</b> Ing. Jorge Muñoz-Barrantes, Ph. D. Unidad de Puentes-LanammeUCR  Fecha: 17/02/2016	
<b>13. Revisado por:</b> Lic. Miguel Chacón-Alvarado Asesor Legal LanammeUCR  Fecha: 18/02/2016	<b>14. Revisado por:</b> Ing. Roy Barrantes-Jiménez. Coordinador Unidad de Puentes  Fecha: 17/02/2016	<b>15. Aprobado por:</b> Ing. Luis Guillermo Loria-Salazar, Ph. D. Coordinador General PITRA  Fecha: 18/02/2016

Página intencionalmente dejada en blanco





## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>3. ALCANCE .....</b>	<b>8</b>
<b>4. ESTRUCTURA DEL MANUAL DE INSPECCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>5. REVISIÓN DE LOS CAPÍTULOS Y SECCIONES DEL MANUAL DE INSPECCIÓN DE PUENTES .....</b>	<b>10</b>
<b>6. REVISIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PUENTES DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE PUENTES.....</b>	<b>25</b>
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>29</b>
<b>8. REFERENCIAS .....</b>	<b>32</b>



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco



## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se presentan observaciones y recomendaciones para mejorar el Manual de Inspección de Puentes del MOPT, edición 2007, desarrollado en conjunto por la Agencia de Cooperación Japonesa (JICA) y el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) y la Actualización del Capítulo 5, edición 2014, de conformidad con las funciones asignadas al LanammeUCR mediante el artículo 6 de la ley N° 8114 y su reglamento.

Las recomendaciones son el resultado de una revisión exhaustiva y puesta en práctica en años anteriores del Manual de Inspección de Puentes del MOPT y de su Actualización. Esta revisión resulta de la experiencia desarrollada por la Unidad de Puentes (Denominada de aquí en adelante como UP) del PITRA-LanammeUCR al utilizar esta herramienta como complemento a la evaluación de puentes existentes. Algunas de estas observaciones fueron enviadas a la Dirección de Puentes del MOPT en el año 2015 cuando se inició el proceso de revisión del Manual de Inspección.

Por otra parte, en la revisión del capítulo 6 se utilizaron criterios obtenidos de la metodología de evaluación de la condición de puentes utilizada por la UP. La cual fue desarrollada basándose en criterios internacionales para evaluación de la condición de puentes.

## 2. OBJETIVOS

- a. Realizar observaciones y recomendaciones para oportunidades de mejora a el contenido del Manual de Inspección de Puentes del MOPT, 1era edición 2007 y a la Actualización del Capítulo 5, del 2014.
- b. Realizar observaciones y recomendaciones para oportunidades de mejora de la metodología para evaluación de las deficiencias en puentes que utiliza el programa informático SAEP, en concordancia con el artículo 6 del Reglamento de la ley 8114, el cual indica: *"El MOPT deberá brindar acceso a los procedimientos y a las herramientas de administración de la información que se definan como oficiales, con el fin que el LanammeUCR pueda utilizarlas en sus evaluaciones y proponer las mejoras que se consideren pertinentes"*



### 3. ALCANCE

La revisión realizada al Manual de Inspección de Puentes del MOPT, edición 2007 (de aquí en adelante llamado Manual de Inspección) y de la Actualización al Capítulo 5, edición 2014 consiste en una evaluación de la objetividad, claridad, pertinencia y aplicabilidad de los criterios incluidos en este manual para inventario e inspección de puentes. La evaluación se basa en la experiencia de la Unidad de Puentes al utilizar el Manual de Inspección, en las consultas realizadas en capacitaciones por parte de los participantes y en la comparación con referencias internacionales sobre inventario e inspección de puentes existentes.

El Manual de Inspección y la Actualización al Capítulo 5 son publicaciones emitidas por el MOPT. En este informe se brindan recomendaciones para mejorar estas publicaciones. Por lo tanto, el MOPT sería el encargado, según sus criterios, de estudiar e implementar las propuestas contenidas en este informe al Manual de Inspección y al programa informático del Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP).

### 4. ESTRUCTURA DEL MANUAL DE INSPECCIÓN

El Manual de Inspección de Puentes es una publicación emitida por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes como uno de los productos del *"Estudio sobre el desarrollo de capacidad en planificación de rehabilitación, mantenimiento y administración de puentes basado en 29 puentes de la red de carreteras nacionales en Costa Rica"*. Junto a esta publicación se emitieron otras dos llamadas: *"Manual de Operación para el Sistema de Administración de puentes"* y *"Lineamiento para Mantenimiento de puentes"*. Estas publicaciones junto con el Manual de Inspección están relacionadas con el programa informático para gestión de la información, el cual, también fue entregado como producto del Estudio.

El Manual de Inspección consta de 6 capítulos, los cuales, están conformados por el contenido que se muestra en la Tabla 4-1.



**Tabla 4-1. Contenido del Manual de Inspección de Puentes**

NÚMERO DE CAPÍTULO	TÍTULO DEL CAPÍTULO	DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DEL CAPÍTULO
1	Introducción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentación del Manual y rol dentro de las actividades de mantenimiento de puentes</li><li>• Descripción de tipos de estructuras</li><li>• Definiciones de componentes de puentes</li><li>• Terminología</li></ul>
2	Responsabilidades del inspector de puentes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Responsabilidades y deberes del inspector</li><li>• Medidas de Seguridad</li></ul>
3	Información General sobre el inventario e inspección periódica de puentes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dimensionamiento de los puentes</li><li>• Inspección visual del deterioro del puente</li><li>• Guía para fotografías</li></ul>
4	Descripción de los formularios de inventario e inspección de puentes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Descripción general de formularios</li></ul>
5	Guía de recopilación de datos de inventario	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprende una guía para completar los campos de los formularios y los campos del programa informático SAEP</li></ul>
6	Lineamientos para la calificación del grado de deterioro del puente	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprende una guía con los criterios para calificación de daños en los elementos del puente definidos en el Manual y en el programa informático SAEP</li></ul>

En el 2014 la Dirección de puentes del MOPT realizó una revisión del capítulo 5 del Manual de Inspección y publicó el documento titulado "Actualización del capítulo 5". En este documento se aclaran aspectos del capítulo 5 original del Manual para el ingreso de datos de inventario de puentes y se incluyen criterios para ingresar alcantarillas al sistema SAEP.

La revisión realizada por la Unidad de Puentes del LanammeUCR se organizó de acuerdo con el orden de los capítulos del Manual de Inspección. En los siguientes capítulos se presentan las observaciones y recomendaciones realizadas a cada parte del manual. Además, en el Anexo 1 se incluyen las revisiones realizadas colocadas en el contexto del Manual de Inspección.



## 5. REVISIÓN DE LOS CAPÍTULOS Y SECCIONES DEL MANUAL DE INSPECCIÓN DE PUENTES

### 5.1. Revisión del Capítulo 1: Introducción

En la Tabla 5-1 se presentan las observaciones y recomendaciones de mejora para el capítulo 1 del Manual de Inspección.

**Tabla 5-1. Observaciones y recomendaciones al capítulo 1 del Manual de Inspección**

ASPECTO REVISADO	SECCIONES DEL MANUAL	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
1. Nombre del capítulo	Todo el capítulo	El nombre del capítulo no muestra al lector un panorama del contenido. El nombre es Introducción aunque a partir de la sección 1.3 se incluyen definiciones de términos y de los elementos de puentes que se utilizan en el manual.	Valorar la opción de dividir el capítulo en "Introducción" (Secciones 1.1 y 1.2 del manual vigente) y "Descripción de estructuras de puentes y sus componentes" (Secciones 1.3, 1.4 y 1.5 del manual vigente).
2. Descripciones de estructuras de puentes y sus componentes	1.3, 1.4, 1.5	Algunas definiciones no son claras, no son completas y tienden a confundir al usuario.	Revisar las definiciones de los términos con respecto a aquellas incluidas en referencias internacionales como: <i>NHI Bridge Reference Manual (2012)</i> , <i>FHWA Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of the Nation's Bridges (1995)</i> , <i>AASHTO Manual for Bridge Evaluation 2011</i> , <i>AASHTO Manual for Bridge Element Inspection (2014)</i> .



**Tabla 5-1. Observaciones y recomendaciones al capítulo 1 del Manual de Inspección  
(continuación)**

ASPECTO REVISADO	SECCIONES DEL MANUAL	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
3. Términos utilizados	1.4	Algunos términos no se utilizan de forma adecuada o que pueden generar confusión. Por ejemplo: baranda, losa, sistema de piso, pared.	Cambiar los términos utilizados por términos más generales y relacionados con puentes. Por ejemplo: "Baranda" por "Barrera vehicular", "losa" y "sistema de piso" por "tablero", "pared" por "muro"
4. Numeración de las secciones	1.4	El orden de la numeración se presta para confusión en algunos artículos.	Reorganizar la numeración del capítulo 1.
5. Figuras	1.4, 1.5	Algunas figuras tienen resoluciones bajas que reducen su calidad. Otras figuras tenían errores que se prestan para confusiones. Además, se encontraron figuras con términos que no se utilizan en el manual y que podrían prestarse para confusiones.	Cambiar las figuras con resoluciones bajas. Corregir errores en las figuras identificadas en el Anexo 1. Eliminar o definir los términos utilizados en las figuras del manual (ver Anexo 1)
6. Terminología	1.5	La sección 1.5 define algunos términos que no se utilizan en el Manual y otros términos que si se utilizan no están referidos a la sección en la que aparecen. Además, los términos se encuentran en forma desordenada.	Valorar si se requiere una sección de terminología aparte de las secciones 1.3 y 1.4 o si sería más conveniente sustituir la sección 1.5 por un índice analítico que refiera a los términos en las páginas en que aparecen. Si se decide mantener la sección de terminología: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar la sección al inicio del capítulo, en orden alfabético y con referencia a las secciones donde se utilizan estos términos en el Manual.</li> <li>• Eliminar términos que no se utilicen en el manual.</li> </ul>



## 5.2. Revisión del Capítulo 2: Responsabilidades del inspector de puentes

En la Tabla 5-2 se presentan las observaciones y recomendaciones de mejora para el capítulo 2 del Manual de Inspección.

**Tabla 5-2. Observaciones y recomendaciones al capítulo 2 del Manual de Inspección**

ASPECTO REVISADO	SECCIONES DEL MANUAL DONDE APLICA	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
1. Ejemplo de secuencia de inspección	2.2.2. Tabla 2-1	En la sección "Río" de la secuencia de inspección se establece la evaluación del Nivel máximo y normal del río, lo cual podría no ser posible medir en sitio.	Cambiar este punto por nivel del río observado durante la inspección.
2. Descripción de condiciones especiales: Control del tráfico.	2.2.4. 1)	El apartado de control de tráfico para inspecciones es muy general.	Definir un protocolo para control de tránsito en inspecciones, que incluya la coordinación con la Dirección de Ingeniería de Tránsito del MOPT, en caso de ser necesario.
3. Herramientas de inspección de puentes	2.2.5 Tabla 2-2	Faltan algunas herramientas para medición de distancias y protección personal. Algunos equipos de protección para trabajos en altura podrían no ser adecuados y riesgosos. Por ejemplo: Cinturón, gancho de seguridad y Prensa en C. No se indica que los equipos de seguridad deban cumplir alguna norma de seguridad nacional o internacional o que la persona que los utiliza deba estar entrenada para trabajos en altura.	Agregar los siguientes equipos: odómetro, bloqueador solar y mascarilla. Revisar los equipos de protección para trabajos en altura y evaluar que se cambien por: arnés, línea de vida y puntos de anclaje. Indicar la normativa que debe cumplir el equipo de seguridad para inspecciones de puentes.
4. Medidas de seguridad	2.3 y subsecciones	Las disposiciones de seguridad del manual no tienen referencias a normativa internacional de seguridad ocupacional.	Revisar las disposiciones de seguridad con respecto a alguna normativa internacional de seguridad ocupacional, por ejemplo: Normas OSHA de Estados Unidos.





### 5.3. Revisión del Capítulo 3: Información general sobre el inventario e inspección de puentes

En la Tabla 5-3 se presentan las observaciones y recomendaciones de mejora para el capítulo 3 del Manual de Inspección.

**Tabla 5-3. Observaciones y recomendaciones al capítulo 3 del Manual de Inspección**

ASPECTO REVISADO	SECCIONES DEL MANUAL DONDE APLICA	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
1. Contenido del capítulo	Todo el capítulo	En este capítulo se presenta información que se repite en muchas partes del capítulo 4.	Valorar si el contenido del capítulo 3 se puede unificar con la del capítulo 4.
2. Tiempo para dimensionamiento de los puentes	3.2	La frase <i>"Para realizar esta tarea en puentes de longitudes menores a los 200 metros se puede requerir cerca de una hora o menos."</i> podría limitar al inspector, ya que el tiempo de la inspección no solo depende de la longitud del puente sino que del sistema estructural y la facilidad de acceso a los elementos.	Valorar la eliminación de la frase del documento.
3. Figuras estándar para medición de dimensiones	Figuras 3-1, 3-2, 3-3, 3-4 y 3-5	Las figuras son ejemplos de esquemas que se pueden utilizar al realizar las mediciones de dimensiones del puente, que al estar en el cuerpo del texto podrían interpretarse su uso como obligatorio aunque el inspector podría realizar esquemas específicos para el puente.	Valorar la posibilidad de colocar estas figuras en un anexo del Manual de Inspección.



#### 5.4. Revisión del Capítulo 4: Descripción de los formularios de inventario e inspección de puentes

En la Tabla 5-4 se presentan las observaciones y recomendaciones de mejora para el capítulo 4 del Manual de Inspección.

**Tabla 5-4. Observaciones y recomendaciones al capítulo 4 del Manual de Inspección**

ASPECTO REVISADO	SECCIONES DEL MANUAL DONDE APLICA	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
1. Contenido del capítulo	Todo el capítulo	En este capítulo se presenta información que se repite en muchas partes del capítulo 3.	Valorar si el contenido del capítulo 4 se puede unificar con la del capítulo 3.

#### 5.5. Revisión del Capítulo 5: Guía de recopilación de datos de inventario

El capítulo 5 de la primera edición del 2007 del Manual de Inspección fue actualizado en el año 2014. Por lo cual, se revisaron únicamente aspectos de la Actualización del capítulo 5.

En la Tabla 5-5 se presentan las observaciones y recomendaciones de mejora para la Actualización del capítulo 5 del Manual de Inspección.

**Tabla 5-5. Observaciones y recomendaciones al capítulo 5 del Manual de Inspección**

ASPECTO REVISADO	SECCIONES DEL MANUAL DONDE APLICA	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
1. Encargado del Mantenimiento del puente	5.2.8	En la lista de los encargados del mantenimiento de puentes no se encuentra la opción para rutas administradas por Concesión	Agregar a las opciones para el encargado de mantenimiento del puente el ítem "Concesionario"
2. Dirección de la vía	5.3.1	La descripción utilizada para determinar la dirección de la vía aparenta no ser suficiente para definir este parámetro..	Definir y complementar con ejemplos la definición de la dirección de la vía.



**Tabla 5-5. Observaciones y recomendaciones al capítulo 5 del Manual de Inspección (continuación)**

ASPECTO REVISADO	SECCIONES DEL MANUAL DONDE APLICA	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
3. Alcantarillas	5.3.2. Tabla-5-4 5.3.4. Figuras 5-1 y 5-2 5.3.6. 5.3.7. 5.3.16. 5.4.5. 5.4.6. 5.4.8. 5.4.9. 5.4.10. 5.4.11. Figuras 5-6 y 5-8 5.5.4. 5.5.5. Anexo No. 3	En la actualización del capítulo 5 del Manual de Inspección se incluyeron criterios para ingresar datos de alcantarillas en el programa SAEP. Esto no se considera conveniente, ya que el sistema aparenta no estar programado para procesar este tipo de estructuras. Además, el Manual de Inspección y el SAEP omiten aspectos para inventario del ámbito hidráulico que son importantes para la evaluación del estado de conservación de una alcantarilla.	No incluir las alcantarillas en el Manual de inspección de Puentes ni en el programa SAEP. Evaluar la necesidad de desarrollar un Manual de Inspección para Alcantarillas, que incluya criterios de hidráulica que no están cubiertos por el Manual de Inspección de Puentes..
4. Longitud de desvío	5.3.9	La descripción para la determinación de la longitud de desvío omite la idoneidad de la ruta alterna para los vehículos que transitan normalmente en la ruta a la cual pertenece el puente. Por ejemplo, si se determina una ruta alterna en un mapa y resulta que pasa por un camino donde sólo podrían transitar vehículos 4x4, se podrían excluir un gran número de vehículos que no cumplen con esta condición y podría implicar riesgos para los usuarios de la red vial. Además, no se indica cuales serían los orígenes y destinos de las rutas para determinar la longitud de desvío	Definir criterios para determinar la idoneidad de la ruta de desvío. Incluir en el Manual de Inspección ejemplos donde se determine la longitud de desvío. Incluir en el manual un anexo con los posibles orígenes y destinos de las rutas nacionales o establecer un criterio para definir estos puntos para determinar la longitud de la ruta de desvío. Por ejemplo: Utilizar como origen y destino los Pueblos o intersecciones inmediatamente aledaños al puente.



**Tabla 5-5. Observaciones y recomendaciones al capítulo 5 del Manual de Inspección (continuación)**

ASPECTO REVISADO	SECCIONES DEL MANUAL DONDE APLICA	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
5. Tipo de pavimento y espesor	5.3.13	El término pavimento no es adecuado para la descripción brindada en el texto del manual. En una de las opciones para "Tipo de Pavimento" se indica "Sin superficie de rodamiento" lo cual no está definido en el Manual de Inspección.	Cambiar el término pavimentos por "Superficie de rodamiento". Definir el aspecto "Sin Superficie de Rodamiento".
6. Altura Libre vertical inferior	5.3.16	La metodología que se indica en el Manual de Inspección de Puentes para determinar el nivel de agua máximo no es práctica en caso de no tener planos.	Valorar la posibilidad de cambiar los criterios para determinar el nivel de agua máxima si el dato no está en planos. Se recomienda colocar una figura que ilustre el procedimiento.
7. Ancho de vía de acceso	5.3.16	En la definición no se aclara si en el "Ancho de vía de acceso" se debe incluir ancho de los espaldones.	Indicar en el Manual de Inspección si en el ancho de la vía de acceso se debe incluir el ancho de espaldones.
8. Sección transversal del puente	Figura 5-4	La sección transversal de la figura 5-4 del Manual de Inspección no se ajusta a la situación existente en algunos puentes del país. Por ejemplo: Puente Río María Aguilar en la Ruta Nacional 39.	Definir una metodología para determinar las dimensiones de la sección transversal cuando es distinta a la de la figura 5-4 del Manual de Inspección.
9. Numeración de los elementos estructurales	5.4 Figura 5.5	Al considerarse que la definición de la dirección de la vía no es suficiente (aspecto 2, Tabla 5-5) se afecta la identificación de los elementos principales del puente.	Ver recomendaciones en el aspecto 2 de la Tabla 5-5.
10. Alineación de la super-estructura	5.4.3.	Las definiciones de los tipos de alineamiento se refieren a un "eje horizontal general" que no está definido en el texto o por medio de una figura.	Agregar la definición del "eje horizontal general" y considerar la opción de colocar una figura para definirlo.



**Tabla 5-5. Observaciones y recomendaciones al capítulo 5 del Manual de Inspección (continuación)**

<b>ASPECTO REVISADO</b>	<b>SECCIONES DEL MANUAL DONDE APLICA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
11. Tipo de superestructura y Tipo de viga	5.4.5 5.4.6 Tablas 5-11 y 5-12	La descripción del Tipo de viga en la Tabla 5-12 del Manual excluye los elementos estructurales principales de puentes con superestructuras distintas al tipo VIGA, por ejemplo: los cables de puentes colgantes, las armaduras y los arcos.	Cambiar el nombre de la sección a "Tipo de elemento principal". Valorar la posibilidad de agregar a la tabla 5-12 del Manual los tipos de elementos principales correspondientes a cada elemento de la tabla 5-11. Evaluar la posibilidad de incluir en la programación del SAEP una ponderación que refleje la importancia relativa de los tipos de estructura y de los elementos principales.
12. Número, espaciamiento, y altura de vigas	5.4.9. 5.4.10. 5.4.11.	Los nombres de los ítems de inventario aparentan excluir elementos para puentes con superestructura distinta a tipo VIGAS. Sin embargo, en la definición se brindan criterios para puentes colgantes y tipo cercha.	Cambiar el nombre de la sección 5.4.9 a "Número de elementos principales", de la sección 5.4.10 a "Distancia entre elementos principales" y de la sección 5.4.11 a "Altura de elementos principales" Agregar en el Manual los criterios respectivos para todos los tipos de superestructura que se incluyen en la tabla 5-12.
13. Losa	5.4.13. 5.4.14.	El término "Losa" del ítem de inventario refiere a un elemento de concreto, sin embargo, el ítem abarca elementos de otro tipo de material.	Cambiar el nombre del ítem a "Tablero"



**Tabla 5-5. Observaciones y recomendaciones al capítulo 5 del Manual de Inspección (continuación)**

<b>ASPECTO REVISADO</b>	<b>SECCIONES DEL MANUAL DONDE APLICA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
14. Tipo de pintura, Fecha de última pintura y Empresa encargada	5.4.15. Tabla 5-15	<p>La información para determinar el tipo de pintura o del sistema de protección contra la corrosión posiblemente solo se podría obtener con la información de las especificaciones e informes de construcción del puente o si la información se encuentra en los planos de los puentes.</p> <p>Por otra parte, la fecha de última pintura y la empresa encargada es información que maneja únicamente la Administración. Si el inspector no tiene acceso a esta información, llenar la información de inventario podría volverse impráctico, al tener que consultar esta información en las entidades indicadas en el Manual de Inspección para cada estructura que se evalúe.</p>	<p>Evaluar la posibilidad de brindar a los usuarios del SAEP acceso remoto a algún sistema donde se pueda obtener información del tipo de pintura, área pintada, fecha de última pintura y empresa encargada.</p> <p>En caso de ser necesario recurrir a los oficiales de la Administración, brindar protocolos para que los encargados de las inspecciones soliciten información de los puentes según la planificación que se realice para las labores de inspección y con referencia a los departamentos donde se debe consultar la información.</p>
15. Información sobre las cimentaciones del puente	5.5.8 5.5.9 5.5.10	<p>La solicitud de la información de cimentaciones podría volverse impráctica al requerir la consulta a las entidades indicadas en el Manual de Inspección para cada puente que se evalúe.</p>	<p>Evaluar la posibilidad de brindar acceso remoto a algún sistema donde se pueda obtener información del tipo de cimentaciones.</p> <p>Ver recomendaciones en el aspecto.14 de la Tabla 5-5</p>
16. Dimensiones de las cimentaciones con pilotes	5.5.9 5.5.10	<p>En el Manual de Inspección no se indica la forma de registrar las dimensiones de las cimentaciones con pilotes.</p>	<p>Definir la forma de registrar dimensiones de cimentaciones con pilotes.</p> <p>Evaluar la posibilidad de agregar los siguientes datos: Longitud promedio de pilotes, distancia promedio entre pilotes en direcciones paralela y perpendicular al tránsito vehicular, cantidad, diámetro, ancho y/o largo de pilotes individuales.</p>



**Tabla 5-5. Observaciones y recomendaciones al capítulo 5 del Manual de Inspección (continuación)**

<b>ASPECTO REVISADO</b>	<b>SECCIONES DEL MANUAL DONDE APLICA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
17. Protección de asiento del puente	5.5.12	No se indica si el puente tiene elementos de protección de asiento adicionales a la longitud de asiento provista. Por ejemplo: llaves de corte, cadenas, dispositivos para transmisión de fuerzas de choque (shock-transmission) u otro dispositivo similar.	Evaluar la posibilidad de agregar en el Manual de Inspección y en el programa informático SAEP un espacio para registrar si un elemento de la subestructura posee dispositivos de protección de asiento adicionales a la longitud de asiento brindada.
18. Observaciones del Inventario Básico	5.8	Se indica que los elementos de seguridad vial del puente y sistemas de drenaje deben anotarse en las observaciones, lo que lleva a dar la idea de que estos aspectos no se toman en cuenta para ponderar prioridades de mantenimiento en el programa informático SAEP.	Evaluar la posibilidad de incluir los aspectos de seguridad vial y sistemas de drenaje del puente en el sistema de evaluación de daños que se explica en el Manual de Inspección.
19. Inspección visual de daños	5.8	Los aspectos mencionados en el apartado 5.8 sobre Inspección Visual de Daños corresponden a aclaraciones del capítulo 6 del Manual de Inspección. Ver también observaciones en la Tabla 5-6 de este informe.	Incluir en el capítulo 6 las aclaraciones de la inspección visual de daños. Ver también recomendaciones en la Tabla 5-6 de este informe
20. Inspección detallada	5.8	Los aspectos mencionados en el apartado 5.8 sobre Inspección detallada corresponden a un tema adicional que no se incluyó en la edición original del Manual de Inspección.	Evaluar la posibilidad de crear un capítulo adicional sobre Inspección detallada de puentes.

Además de los aspectos mencionados en la Tabla 5-5, a continuación se brinda una lista de posibles aspectos que se podrían incluir dentro de la información de inventario del puente. Estos aspectos fueron tomados de una guía de la FHWA para recolección de datos de





inventario del National Bridge Inventory (NBI) de Estados Unidos (FHWA, 1995), por esto, cada aspecto se muestra con un número de ítem:

1. Indicar el Propietario de puente, el cual podría ser distinto al encargado del mantenimiento del puente (NBI Ítem 22)
2. Indicar la clasificación funcional de la carretera que pasa sobre la estructura y bajo la estructura en caso de un paso a desnivel. Clasificar según sea una ruta Arterial, Colectora o Local, Rural o Urbana (NBI Ítem 26). Para esto se puede referir a la clasificación funcional brindada en el Manual de diseño Geométrico para Centroamérica (SIECA, 2011)
3. Indicar el número de carriles sobre la estructura y bajo la estructura en caso de un paso a desnivel (NBI Ítem 28).
4. Indicar si la superestructura es de ancho variable (NBI Ítem 35)
5. Indicar si el puente tiene significancia histórica (NBI Ítem 37). En este caso se podría indicar si el puente inspeccionado fue declarado patrimonio histórico.
6. Indicar distancias libres horizontales para carreteras que pasan bajo pasos a desnivel (NBI Ítems 55 y 56)

Se recomienda incluir los aspectos mencionados en el programa informático SAEP y en el Manual de Inspección.

## **5.6. Revisión del Capítulo 6: Lineamientos para la calificación del grado de deterioro del puente**

El enfoque de la revisión del capítulo 6 del Manual de Inspección se basó en los aspectos que considera el Manual de Inspección en la calificación de daños. En la Tabla 5-6 se presentan las observaciones y recomendaciones para oportunidades de mejora del capítulo 6 del Manual de Inspección. Las observaciones y recomendaciones realizadas se considera que aplican para el Manual de Inspección y para el programa informático SAEP.





En la sección 5.8 de la Actualización del Manual de Inspección se incluyeron aspectos que se considera deberían estar en el capítulo 6 (Ver aspecto 19 de la Tabla 5-5), por esta razón, en la Tabla 5-6 también se incluye la revisión de estos aspectos.

**Tabla 5-6. Observaciones y recomendaciones al capítulo 6 del Manual de Inspección**

ASPECTO REVISADO	SECCIONES DEL MANUAL DONDE APLICA	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
1. Limitante para calificar el daño de ciertos elementos de puentes	Todo el capítulo 6	<p>En el inventario se permite registrar distintos tipos de elementos de un puente. Sin embargo, los elementos que se califican con el capítulo 6 están limitados a ciertos tipos de materiales y elementos. Por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pavimento: se evalúan daños aplicables solo a superficies de rodamiento asfálticas.</li> <li>• Losa: se evalúan daños aplicables sólo a tableros de concreto.</li> <li>• Junta de expansión: se evalúan daños enfocados en juntas de expansión metálicas.</li> <li>• Vigas principales, Vigas Diafragma, Sistema de Arriostramiento: se evalúan daños enfocados a puentes con superestructuras tipo losa sobre vigas de concreto o acero.</li> <li>• Apoyos: se evalúan daños enfocados en apoyos mecánicos de acero.</li> <li>• Martillo de la pila: se evalúan daños enfocados sólo en pilas tipo cabeza de martillo.</li> </ul>	<p>Valorar la posibilidad de incluir calificaciones de daño relacionadas con cada tipo de superestructura, subestructura y cada elemento que se defina en el inventario del puente. Por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar daños para superficies de rodamiento distintas a carpetas asfálticas.</li> <li>• Evaluar daños para tableros distintos a losas de concreto.</li> <li>• Evaluar daños para juntas de expansión no metálicas.</li> <li>• Evaluar daños para elementos de tipos de superestructuras distintas a losa sobre vigas de concreto o acero.</li> <li>• Evaluar daños en apoyos elastoméricos y otros tipos de apoyos.</li> <li>• Definir nombres distintos en los elementos del puente para que la evaluación de daños no se enfoque en un único tipo de elemento. Por ejemplo: Cambiar "martillo de pila" por "viga cabezal".</li> </ul>



**Tabla 5-6. Observaciones y recomendaciones al capítulo 6 del Manual de Inspección (continuación)**

ASPECTO REVISADO	SECCIONES DEL MANUAL DONDE APLICA	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
2. Extrapolación de la evaluación de puentes tipo viga a otros tipos de puentes	<p>Todo el capítulo 6</p> <p>Actualización capítulo 5, sección 5.8: Inspección Visual de daño</p> <p>Actualización capítulo 5: Anexo 3</p>	<p>El sistema de evaluación de daños calificados aparenta no tener la flexibilidad ser ampliado agregando elementos que se encuentran en tipos de puentes específicos (como puentes tipo arco de mampostería, colgante, cajones, marco y atirantado). Aunque, en la Actualización del capítulo 5 se brindó una guía para calificar daños en ciertos elementos de estos tipos de puente, utilizando los campos designados para puentes tipo losa sobre vigas, se podría omitir el hecho de que un elemento en un tipo específico de puente pueda tener una importancia relativa distinta a un elemento correspondientes a un puente tipo viga.</p>	<p>Valorar la posibilidad de incluir calificaciones de daños en elementos que componen puentes con superestructuras distintas a tipo viga.</p> <p>Considerar en el módulo de evaluación de los daños la importancia relativa de los elementos de los tipos de puente específicos.</p>
3. Seguridad vial y sistemas de drenajes del puente	<p>Todo el capítulo 6</p> <p>Actualización capítulo 5, sección 5.8: Observaciones del Inventario Básico</p>	<p>No se califican daños relacionados con seguridad vial en el puente: demarcación horizontal y vertical, guardavías. Tampoco se califican daños relacionados con el sistema de drenaje de la calzada del puente y de los accesos. En la Actualización del capítulo 5 se solicita incluir estos aspectos como Observaciones de Inventario, excluyéndolos de la evaluación de deficiencias.</p>	<p>Incluir calificaciones de daños en la seguridad vial de los puentes y en el sistema de drenaje.</p> <p>Incluir estos aspectos en el módulo de evaluación de daños para mantenimiento que utiliza el programa SAEP.</p> <p>Procurar la asesoría profesional respectiva para la categorización y ponderación de los tipos de daño.</p>



**Tabla 5-6. Observaciones y recomendaciones al capítulo 6 del Manual de Inspección (continuación)**

ASPECTO REVISADO	SECCIONES DEL MANUAL DONDE APLICA	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
4. Elementos de protección ante eventos extremos	Todo el capítulo 6	No se evalúan deficiencias en aspectos de protección sísmica o hidráulica como: longitud de asiento, llaves de corte u otro tipo de dispositivo para evitar movimientos laterales excesivos, escolleras o protecciones contra socavación.	Incluir evaluaciones de deficiencias en elementos de protección ante eventos extremos, considerando la amenaza a la que estarían expuestos los puentes.  Procurar la asesoría profesional respectiva para la categorización y ponderación de los tipos de daño.
5. Evaluación de los elementos de la subestructura	Todo el capítulo 6  Actualización capítulo 5, sección 5.8: Inspección Visual de daño	Los elementos de la subestructura se asignan a las superestructuras para ser calificados por medio de una guía publicada en la Actualización del capítulo 5. Esta asignación aparentemente es arbitraria y podría llevar a errores en la ponderación de la evaluación de deficiencias y prioridad de intervención de elementos de la subestructura de un puente.	Valorar la posibilidad de evaluar de manera independiente a la superestructura cada elemento de la subestructura de un puente.
6. Definición de tipos de daño	Todo el capítulo 6	En algunos criterios de calificación se combinan tipos de daño de distinta naturaleza. Por ejemplo: en acero de refuerzo expuesto (Tabla 6-16 del Manual de Inspección) se combinan criterios para progresión de daños por corrosión de acero de refuerzo y exposición de acero de refuerzo debido a daño por impacto o constructivo. (Ver también los comentarios para cada criterio de clasificación en el Anexo 1)	Revisar y actualizar cada tipo de daño definido en el Manual de Inspección y en el programa informático SAEP considerando las causas de los deterioros y su posible afectación a la estructura, al tránsito y a la durabilidad de la estructura.  Utilizar como referencia un catálogo de deterioros como AASHTO Manual for Bridge Element Inspection, 1st Edition, 2013 (AASHTO, 2014)



**Tabla 5-6. Observaciones y recomendaciones al capítulo 6 del Manual de Inspección (continuación)**

ASPECTO REVISADO	SECCIONES DEL MANUAL DONDE APLICA	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
7. Criterios de daño iguales para distintos elementos del puente.	Todo el capítulo 6	Se utilizan criterios para evaluación de materiales en barandas, elementos principales y secundarios de la superestructura y en elementos de la subestructura sin considerar los diferentes modos de falla estructural que tienen los elementos ni las distintas causas que pueden tener los daños asociados a cada elemento.	Revisar y actualizar los criterios de daño del puente considerando la causa y la afectación a la estructura, al tránsito y a la durabilidad de los elementos del puente. Utilizar como referencia un catálogo de deterioros como AASHTO Manual for Bridge Element Inspection, 1st Edition, 2013 (AASHTO, 2014) y procurar la asesoría profesional respectiva.
8. Criterios para evaluación de daños	Todo el capítulo 6	La mayor parte de criterios de evaluación de daños se podrían prestar para confusiones debido a términos o percepciones subjetivas de los daños. Algunos criterios de daño podrían sobrevalorar los daños que se observan y otros podrían subvalorarlos. (Ver los comentarios para cada criterio de clasificación en el Anexo 1)	Revisar y actualizar los criterios de daño del puente considerando la causa y la afectación a la estructura, al tránsito y a la durabilidad de los elementos del puente. Utilizar como referencia un catálogo de deterioros como AASHTO Manual for Bridge Element Inspection, 1st Edition, 2013 (AASHTO, 2014) y procurar la asesoría profesional respectiva.



## 6. REVISIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PUENTES DEL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE PUENTES

La evaluación de daños del capítulo 6 del Manual de Inspección está relacionada directamente con la evaluación de la condición de puentes que utiliza el programa informático SAEP. Los detalles de estas evaluaciones se encuentran en la publicación del MOPT llamada "*Lineamiento para mantenimiento de puentes*", la cual, también es un producto del estudio realizado con la cooperación de la Agencia Japonesa JICA.

En la Tabla 6-1 se presentan observaciones y recomendaciones para oportunidades de mejora para la metodología de evaluación que utiliza el programa SAEP.

**Tabla 6-1. Observaciones y recomendaciones para la metodología de evaluación de daños que utiliza el programa SAEP**

ASPECTO REVISADO	SECCIONES DEL MANUAL DONDE APLICA	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
1. Evaluación de daños para determinar estado del puente	Lineamiento para mantenimiento de puentes (MOPT, 2007), Sección 3.2.	La <i>Evaluación de las Deficiencias del Puente</i> aplicada a puentes no convencionales (o con tipo de superestructura distinto a losa sobre vigas) podría desvalorar la condición del puente, ya que la importancia relativa entre elementos y entre daños puede ser distinta a la que está asignada en el sistema de evaluación. Además, la <i>Evaluación de las Deficiencias del Puente</i> sólo tiene sentido al evaluar varios puentes en grupo. El resultado de un puente individual no está asociado una escala de valoración que muestre la condición del puente al Administrador, sin depender de la condición de otras estructuras. (Continúa en la página siguiente)	Evaluar la posibilidad de implementar en el sistema de evaluación del programa SAEP una ponderación para elementos de puentes distintos a tipo losa sobre vigas.  Evaluar la posibilidad de brindar una calificación de la condición a cada estructura según el daño observado en las inspecciones de rutina.  (Continúa en la siguiente página)



**Tabla 6-1. Observaciones y recomendaciones para la metodología de evaluación de daños que utiliza el programa SAEP (continuación)**

ASPECTO REVISADO	SECCIONES DEL MANUAL DONDE APLICA	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
1. Evaluación de daños para determinar estado del puente <i>(continuación)</i>	Lineamiento para mantenimiento de puentes (MOPT, 2007), Sección 3.2.	<p><i>(Continúa de la página anterior)</i></p> <p>Esto implica que se requiere tiempo para recopilar información, la priorización depende de la priorización de evaluación que definió la Administración y se tendría que utilizar alguna metodología adicional para determinar la condición en que se encuentra el puente para intervenciones inmediatas o a corto plazo.</p> <p>Por otra parte, la <i>Evaluación de las Deficiencias del Puente</i> brindaría una escala de puentes priorizados por deficiencia, que podría cambiar cada vez que se ingresa un nuevo puente al sistema. Esto requiere que el Administrador defina la frecuencia para realizar la evaluación. Si la cantidad de puentes dentro del sistema es pequeña o no representa la población de puentes en rutas estratégicas, se estaría brindando al Administrador información incompleta que podría incidir en la efectividad de asignación de recursos para mantenimiento y reparación de puentes</p>	<p><i>(Continúa de la página anterior)</i></p> <p>Se recomienda considerar el uso como herramienta adicional de la metodología de calificación desarrollada por la Unidad de Puentes del Lanamme en el informe <i>LM-PI-UP-05-2015</i> y en la Publicación Especial "<i>Guía para la determinación de la condición de puentes en Costa Rica mediante inspección visual</i>".</p>



**Tabla 6-1. Observaciones y recomendaciones para la metodología de evaluación de daños que utiliza el programa SAEP (continuación)**

ASPECTO REVISADO	SECCIONES	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
	DEL MANUAL DONDE APLICA		
2. Evaluación de deficiencia estructural para priorización de intervención	Lineamiento para mantenimiento de puentes (MOPT, 2007), Sección 3.3; sub-sección 3.3.2.	<p>El sistema de evaluación del programa informático SAEP utiliza una <i>Evaluación de la Deficiencia Estructural</i> (Definida en la sección 3.3.2 del <i>Lineamiento para mantenimiento de puentes</i>) que es diferente a la <i>Evaluación de Deficiencias del Puente</i> (sección 3.2 del <i>Lineamiento para mantenimiento de puentes</i>).</p> <p>Además, la <i>Evaluación de la Deficiencia Estructural</i> podría sobrevalorar daños en elementos de importancia relativa baja en el puente.</p> <p>Esta <i>Evaluación de la Deficiencia Estructural</i> divide un puente en <i>Losa</i>, <i>Superestructura</i>, <i>Subestructura</i> y <i>Varios</i>; asigna un peso relativo a cada elemento, permite al usuario administrador asignar según su criterio los daños más graves que pueda tener el elemento y asigna el grado de daño mayor de un grupo de sub-componentes como grado de evaluación para cada elemento.</p>	<p>Evaluar la posibilidad de relacionar la <i>Evaluación de Deficiencias del Puente</i>, definida en la sección 3.2 del <i>Lineamiento para Mantenimiento de Puentes</i>, con la <i>Evaluación de la Deficiencia Estructural</i>, definida en la sección 3.3.2, que es parte de la "<i>Priorización de Reparación</i>" que utiliza el programa SAEP.</p> <p>Evaluar la posibilidad de brindar una calificación de la condición a cada estructura según el daño observado en las inspecciones de rutina. Se recomienda considerar el uso como herramienta adicional de la metodología de calificación desarrollada por la Unidad de Puentes del Lanamme en el informe <i>LM-PI-UP-05-2015</i> y en la Publicación Especial "<i>Guía para la determinación de la condición de puentes en Costa Rica mediante inspección visual</i>".</p> <p>Si se brindan nuevos criterios de calificación, reprogramar el módulo de <i>Evaluación de Deficiencia Estructural</i> del programa SAEP y explicar su uso en los <i>Lineamientos para mantenimiento de puentes</i>.</p>

(Continúa en la página siguiente)





**Tabla 6-1. Observaciones y recomendaciones para la metodología de evaluación de daños que utiliza el programa SAEP (continuación)**

ASPECTO REVISADO	SECCIONES DEL MANUAL DONDE APLICA	OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
3. Evaluación de deficiencia estructural para priorización de intervención <i>(continuación)</i>	Lineamiento para mantenimiento de puentes (MOPT, 2007), Sección 3.3; sub-sección 3.3.2.	<i>(Continúa de la página anterior)</i>  Por ejemplo: el método podría evaluar la superestructura de un puente con un grado de daño 5 (Grado máximo), debido a que una sola viga diafragma de concreto se encontró con acero de refuerzo expuesto y corroído (Grado 5), siendo la viga diafragma un elemento secundario de la superestructura. Por lo que, se estaría posiblemente sobrevalorando el daño global asignado a la superestructura. De igual manera, no se tendría una idea clara de la extensión del daño.	Ver recomendaciones en la página anterior.





## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Manual de Inspección de Puentes es la herramienta que el MOPT ha establecido como oficial para la Inspección visual de estructuras de puentes. En este Manual de Inspección se encontraron algunas oportunidades de mejora que se detallaron por medio de observaciones y recomendaciones en los capítulos 5 al 10. En total se realizaron 34 observaciones de fondo y 8 observaciones de forma.

Adicionalmente, se brindaron 2 observaciones y recomendaciones de fondo para oportunidades de mejora relacionadas con el sistema de evaluación de daños en puentes, mediante el uso de un estado de condición cualitativo para puentes que la Administración podría considerar como herramienta adicional para la evaluación de la condición de puentes. El sistema de evaluación actual se encuentra detallado en las secciones 3.2 y 3.3 del *Lineamiento para Mantenimiento de Puentes*, emitido por el MOPT como producto del proyecto de cooperación con la Agencia del gobierno Japonés JICA. Este sistema de evaluación está estrechamente relacionado con la calificación de daños descrita en el capítulo 6 del Manual de Inspección.

Las observaciones principales del informe se pueden resumir en los siguientes aspectos:

- a) Conceptos y disposiciones ambiguos en el Manual de Inspección de Puentes.
- b) Omisiones en las descripciones de la forma de registrar los aspectos requeridos por el Manual de Inspección que podrían conducir a interpretaciones incorrectas de los usuarios.
- c) Aplicación de conceptos relacionados con estructuras de puentes a estructuras tipo alcantarilla.
- d) Enfoque de algunos aspectos del Inventario y de la Inspección a puentes tipo losa de concreto sobre vigas de concreto y acero, lo cual, excluye la evaluación de otros tipos de puentes.
- e) Términos y conceptos en las categorías de daño que se pueden prestar para interpretaciones incorrectas por parte de los usuarios y que podrían no reflejar realmente



las causas y la afectación de los daños a la estructura del puente, al tránsito que pasa sobre el mismo y a la durabilidad de los elementos.

- f) Riesgo de valoración deficiente de daños debido al sistema de evaluación que posee el programa informático SAEP.
- g) Ausencia de criterios en el sistema de evaluación del programa SAEP para brindar una calificación general de la condición de puentes, basado en las observaciones en sitio.

Con el propósito mejorar los aspectos mencionados se recomienda:

1. Mejorar los conceptos y las disposiciones siguiendo las recomendaciones brindadas en las tablas 5-1 a 5-6 y utilizando como apoyo referencias relacionadas con inventario e inspección de la condición de puentes existentes: *NHI Bridge Reference Manual (2012)*, *FHWA Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of the Nation's Bridges (1995)*, *AASHTO Manual for Bridge Evaluation (2011)*, *AASHTO Manual for Bridge Element Inspection (2014)*.
2. Valorar la posibilidad de cambiar la estructura en que se organiza el Manual de Inspección uniendo o separando capítulos según las recomendaciones brindadas para cada sección en específico.
3. Revisar las disposiciones del Manual sobre la forma de ingresar la información al programa informático SAEP con el fin de evitar interpretaciones de los usuarios. Para esto, agregar figuras y descripciones paso a paso.
4. Valorar la posibilidad de incluir información de inventario y calificaciones de daños en elementos que componen puentes con superestructuras distintas a tipo losa sobre vigas.
5. Revisar y actualizar los criterios de daño del puente considerando la causa y la afectación a la estructura, al tránsito y a la durabilidad de los elementos del puente. Utilizar como referencia un catálogo de deterioros de alguna agencia relacionada con Evaluación de Puentes y procurar la asesoría profesional respectiva.



6. Evaluar la posibilidad de brindar una calificación de la condición a cada estructura según el daño observado en las inspecciones de rutina. Se recomienda considerar el uso como herramienta adicional de la metodología de calificación desarrollada por la Unidad de Puentes del Lanamme en el informe *LM-PI-UP-05-2015* y en la Publicación Especial *"Guía para la determinación de la condición de puentes en Costa Rica mediante inspección visual"*.
7. Considerar en el módulo de evaluación de deficiencias en puentes del programa informático SAEP los cambios que se realicen en el Manual de Inspección de Puentes. Esto conllevaría la posibilidad de actualización de las secciones respectivas del *Lineamiento para mantenimiento de puentes*.

En los Anexos 1 y 2 se detallan observaciones adicionales realizadas al Manual de Inspección y a su Actualización en el contexto de la estructura de los capítulos de la publicación. Estos anexos se encuentran en el CD adjunto a este informe.



## 8. REFERENCIAS

1. **AASHTO (2015).** *The Manual for Bridge Evaluation.* Second Edition with 2011, 2013, 2014, and 2015 Interim Revisions. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
2. **AASHTO (2014).** *Manual for Bridge Element Inspection.* First Edition with 2015 Interim Revisions. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
3. **FHWA (1995).** *Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of the Nation's Bridges,* FHWA-PD-96-001. Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, Washington, DC.
4. **MOPT (2007).** *Manual de Inspección de Puentes.* Primera Edición. Dirección de Puentes. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
5. **MOPT (2007).** *Lineamiento para Mantenimiento de Puentes.* Primera Edición. Dirección de Puentes. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica
6. **MOPT (2014).** *Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007. Actualización del capítulo 5.* Primera Edición. Dirección de Puentes. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. San José, Costa Rica.
7. **Muñoz-Barrantes, J., Vargas-Alas, L. G., Vargas-Barrantes, S., Agüero-Barrantes, P., Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., et al. (2015).** *Actualización de los criterios para la evaluación visual de puentes* LM-PI-UP-05-2015. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
8. **SIECA (2011).** *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial.* 3ª. Edición. Secretaría de Integración Económica Centroamericana. Ciudad de Guatemala.



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

**ANEXO 1**

**OBSERVACIONES EN**

**EL CONTEXTO DEL**

**MANUAL DE INSPECCIÓN DE PUENTES**

**PRIMERA EDICIÓN 2007**

(En CD adjunto)

---

Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica / Tel: (506) 2511-2500 Fax: (506) 2511-4440  
direccion.lanamme@ucr.ac.cr / www.lanamme.ucr.ac.cr



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

# **ANEXO 2**

## **OBSERVACIONES EN EL CONTEXTO DE LA ACTUALIZACIÓN DEL CAPÍTULO 5 2014**

(En CD adjunto)



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

# **ANEXO 1**

## **OBSERVACIONES EN**

### **EL CONTEXTO DEL**

#### **MANUAL DE INSPECCIÓN DE PUENTES**

##### **PRIMERA EDICIÓN 2007**

---

Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica / Tel: (506) 2511-2500 Fax: (506) 2511-4440  
direccion.lanamme@ucr.ac.cr / www.lanamme.ucr.ac.cr

## Capítulo 1 Introducción

### 1.1 Generalidades

El Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP) es una herramienta informática que tiene como fin compartir la información técnica, identificar el grado de deterioro y planificar el mantenimiento o la rehabilitación de puentes de forma eficiente.

Para que el SAEP funcione ágilmente las actividades previas al almacenamiento de datos en el sistema deben realizarse de una manera ordenada y deben ser comprendidas en su totalidad por los inspectores. Por este motivo en este manual se describe detalladamente la información que debe recopilarse tanto de planos como de las inspecciones de campo.

Este manual brinda una guía paso a paso con tareas, definiciones y actividades requeridas para el funcionamiento del sistema.

### 1.2 Actividades de mantenimiento de puentes

El objetivo principal de este manual es describir los procedimientos y métodos para realizar el inventario de puentes y evaluar su deterioro. La información recopilada durante la inspección de puentes es fundamental para programar el mantenimiento oportuno, de su calidad dependerá el buen funcionamiento del sistema.  ~~dado, que las estructuras continúan envejeciendo y deteriorándose, una~~ Una evaluación precisa y completa es esencial para mantener en servicio una red vial confiable.

Con el fin de que la información anterior sea la correcta, se debe contar con un grupo de inspectores calificados que comprendan todos los conceptos, responsabilidades y deberes contenidos en este manual.

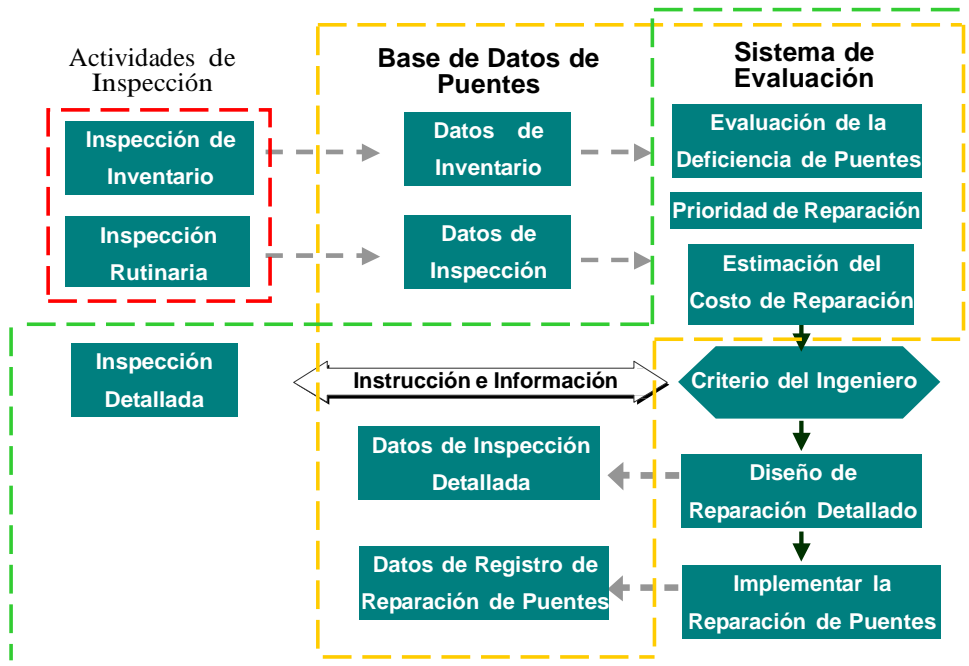
Las actividades de mantenimiento de puentes y el diagrama de flujo de las actividades se muestra ~~en~~ la Figura -1-1.

#### Comentario [Lanamme1]:

VER TABLA 5-1, ASPECTO 1

Valorar la posibilidad de dividir este capítulo en dos partes: Introducción y Descripción de las estructuras y sus componentes.





**Figura 1-1 Actividades de Mantenimiento de Puentes y Flujo de Información**

- Actividades a realizar por los inspectores
- Actividades a realizar por los ingenieros
- Actividades del sistema de cómputo

### 1.3 Descripción de estructuras

El Sistema de Administración de Estructuras de Puentes se basa en la inspección e inventario de diversos tipos de estructuras como son: puentes, pasos superiores e inferiores, alcantarillas y vados. Las cuales tienen como función permitir el paso de los vehículos o peatones a través de un obstáculo, ya sea natural o artificial como un río, cañón o vías existentes. A continuación se describe cada una de estas estructuras:

**Puente:** estructura construida para salvar un cauce o extensión de agua como una quebrada, río, canal, lago, bahía, etc.

**Paso a desnivel:** estructura construida para cruzar una vía existente. Si el alineamiento de la nueva carretera cruza sobre la vía existente se denomina paso superior, de lo contrario se denomina paso inferior.

**Alcantarilla:** estructura que posee de una a cuatro celdas o tramos que pueden ser de forma circular, rectangular u ovalada; en la cual la longitud libre de cada celda es menor de seis metros. A diferencia del puente, la alcantarilla cuenta con el piso revestido y además requiere de aletones,

**Comentario [Lanamme2]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
 Algunas definiciones no son claras, no son completas y tienden a confundir al usuario. Revisar las definiciones de los términos con respecto a aquellas incluidas en referencias internacionales como: *Bridge Reference Manual* (FHWA, 2012), *Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of the Nation's Bridges* (FHWA, 1995), *Manual for Bridge Evaluation* (AASHTO, 2011), *Manual for Bridge Element Inspection* (AASHTO, 2014).  
 EL texto con control de cambios refleja algunos cambios propuestos.

**Comentario [Lanamme3]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
 Esta definición no incluye la longitud de la estructura para que se considere un puente. Revisar definiciones en *Bridge Inspector Reference Manual* (FHWA, 2012), página 3.1.1 y *The Manual for Bridge Evaluation* (AASHTO, 2011).

**Comentario [Lanamme4]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
 Revisar la definición de "paso superior" y "paso inferior" ya que con frecuencia no se tiene información de cuál vía se construyó primero.

**Comentario [Lanamme5]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
 Considerar cambiar la definición de alcantarilla siguiendo por ejemplo la definición del *Bridge Inspector Reference Manual* (FHWA, 2012) página 3.1.1

cabezales y delantales para garantizar su funcionamiento.

**Vado:** estructura conformada por más de cuatro celdas que no permite el paso permanente de vehículos, porque se diseña para un determinado caudal inferior al de avenida máxima y con una capacidad hidráulica limitada de la estructura, por ejemplo son funcionales en verano y con pequeñas crecidas en invierno.

## 1.4 Componentes del puente

Los puentes están compuestos por:

- Accesorios,** elementos sin función estructural pero vitales para garantizar el buen funcionamiento del puente tales como superficie de rodamiento, **barandas**, **barrera vehicular** y juntas de expansión.
- Superestructura,** compuesta por el **piso, tablero** los elementos principales (vigas, cerchas y arco) y los elementos secundarios (diafragmas, sistemas de arriostramiento, portales, aceras, etc).
- Subestructura,** comprende los apoyos, los bastiones y las pilas
- Accesos de aproximación,** están compuestos por los rellenos con sus respectivas protecciones y la losa de aproximación cuando exista.

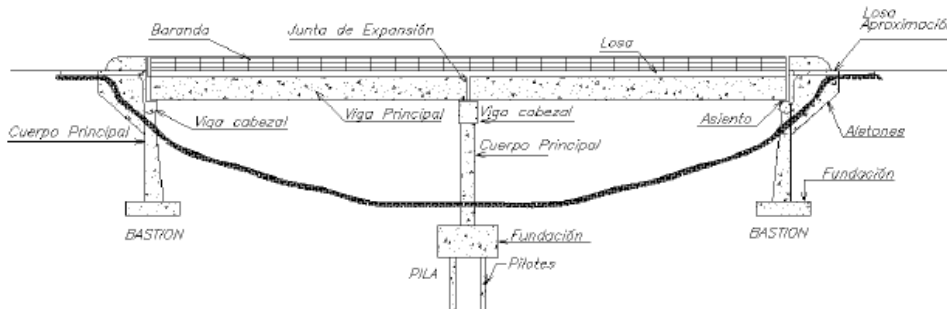


Figura 1.1 Elementos principales del puente

### 1.4.1 Accesorios

Los elementos que componen los accesorios son:

- Superficie de rodamiento,** capa de desgaste que se coloca sobre la plataforma del sistema de piso para protegerlo de la abrasión producida por el tráfico; puede ser de asfalto o concreto con espesores que varían de 2.54 cm a 5 cm. Sin embargo, debido a malas prácticas del mantenimiento de carreteras, este espesor algunas veces es mayor por la inapropiada colocación de sobrecapas de asfalto.
- Baranda/Barrera vehicular,** sistema de contención longitudinal fijada al sistema de piso/tablero para evitar la caída al vacío de los usuarios, vehículos, ciclistas y peatones, pueden ser de concreto o de acero.

**Comentario [Lanamme6]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
No se mencionan los elementos de seguridad vial, los drenajes, las aceras, los rótulos, los bordillos, etc.

**Comentario [Lanamme7]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
Se podría aclarar que la barrera vehicular si posee capacidad estructural y se debe diseñar para contener vehículos.

**Comentario [Lanamme8]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 3  
Algunos términos no se utilizan de forma adecuada Por ejemplo: "Baranda". Cambiar los términos utilizados por términos más generales y relacionados con puentes. Por ejemplo: "Barrera vehicular."

**Comentario [Lanamme9]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 3  
Algunos términos no se utilizan de forma adecuada Por ejemplo: "Piso", "Losa", "Sistema de piso". Cambiar los términos utilizados por términos más generales y relacionados con puentes. Por ejemplo: "Tablero"

**Comentario [Lanamme10]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
No se mencionan las cimentaciones, los bloques de anclaje y torres en estructuras tipo suspendidas o atirantadas.

**Comentario [Lanamme11]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
No se menciona superficie de rodamiento de accesos, muro de retención, taludes, sistema de drenaje y manejo de aguas del acceso

**Comentario [Lanamme12]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTOS 3 Y 5  
En esta figura no se diferencian los accesorios, los accesos, la superestructura y la subestructura. Se recomienda utilizar colores para diferenciar los componentes. Además, cambiar la palabras: "Baranda" por "Barrera vehicular" y "losa" por "tablero"

**Comentario [Lanamme13]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTOS 2 Y 3  
No se mencionan los elementos de seguridad vial, los drenajes, las aceras, los rótulos, los bordillos, etc.

**Comentario [Lanamme14]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
Esta frase es un comentario y no se considera parte de una definición

3) **Juntas de expansión:** Elementos divisorios de ~~la losa~~ tablero instalados en los extremos de cada tipo de superestructura que permite la traslación y/o rotación, para garantizar la expansión y contracción de la superestructura por temperatura y sismo. En Costa Rica los cuatro tipos de juntas de expansión más comunes son:

a) **Juntas abiertas,** es una abertura libre inferior a 12.7 mm (1/2" pulgada) entre losas de concreto de tramos adyacentes, pueden ser entre ~~losa~~tablero-~~tablero~~losa, ~~losa~~tablero-bastión, ~~losa~~tablero-losa de aproximación, típicamente cuenta con angulares o perfiles de acero para prevenir el desprendimiento del concreto en los bordes externos.

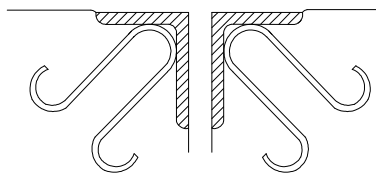


Figura 1.2 Junta abierta

b) **Juntas selladas, se dividen en:**

b.1) **Juntas rellenas,** se aplican en puentes cortos con desplazamientos inferiores a 38.1 mm (1 1/2" pulgada), son similares a las juntas abiertas pero cuentan con una tapajunta de goma o banda de hule preformado tipo "water stop" para garantizar el relleno premoldeado que se sella con hule chorreado.

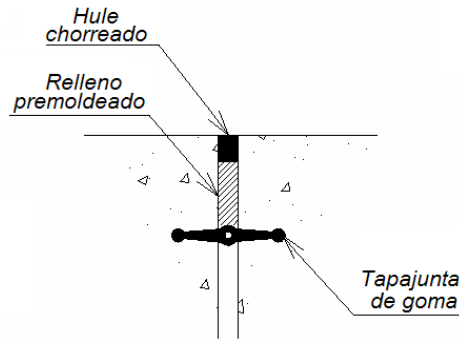


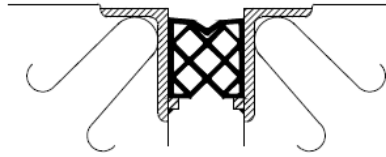
Figura 1.3 Junta rellena

b.2) **Juntas con sellos comprimidos de neopreno,** se aplican en puentes con desplazamientos de 12.7 mm a 63,5 mm ( de 1/2 a 2 1/2 pulgada), se instala un sello elástico preformado comúnmente de neopreno de celda abierta, comprimido dentro de una junta abierta y adherido a ésta, la elasticidad del material del sello permite la impermeabilidad de la junta y admite el movimiento de ~~la losa~~ tablero.

**Comentario [Lanamme15]:** VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
Se podría explicar la junta modular como un caso especial de junta de expansión que se ubica en el puente "La Amistad" sobre el río Tempisque en la Ruta 18

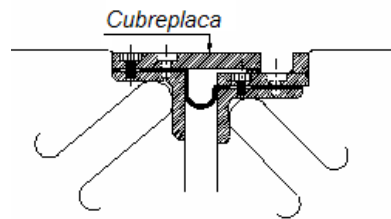
**Comentario [Lanamme16]:**  
VER TABLA 5-1, ASPECTO 3  
Valora si la palabra que aplica es "colado" en lugar de "chorreado"

**Comentario [Lanamme17]:**  
VER TABLA 5-1, ASPECTO 3  
Valorar si la palabra que aplica es "colado" en lugar de "chorreado"



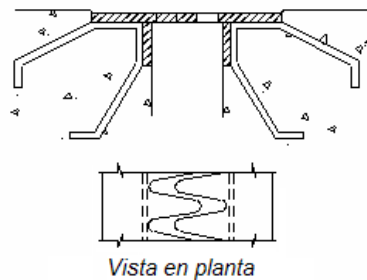
**Figura 1.4 Junta de sello comprimido.**

- c) **Juntas de placas de acero deslizante**, se aplican para puentes con desplazamientos mayores a 101 mm (4" pulgadas). Consiste en una placa de acero anclada a uno de los extremos de la abertura que se desliza permitiendo el movimiento de la superestructura.



**Figura 1.5 Junta de placa de acero deslizante**

- d) **Juntas de placas dentadas**, se aplican para puentes con desplazamientos de hasta 610 mm (24" pulgadas), están compuestas por dos placas de acero en forma de dedos o dientes que se entrelazan dejando un área libre entre sí para admitir los movimientos. Para garantizar la impermeabilización de la junta es necesario complementarla con un drenaje mediante material elastomérico instalado por debajo de las placas.



**Figura 1.6 Junta de placa dentada**

## 1.4.2 Superestructura

### 1) Componentes

La superestructura comprende todos los elementos estructurales que se encuentran sobre los apoyos del puente como son el ~~sistema de pisotablero~~, los elementos principales tales como vigas, cerchas, arcos y sistemas de suspensión (puentes colgantes y atirantados) y los elementos secundarios como diafragmas, viguetas de piso, sistema de arriostamiento, portales, etc. A continuación se da una descripción de estos elementos.

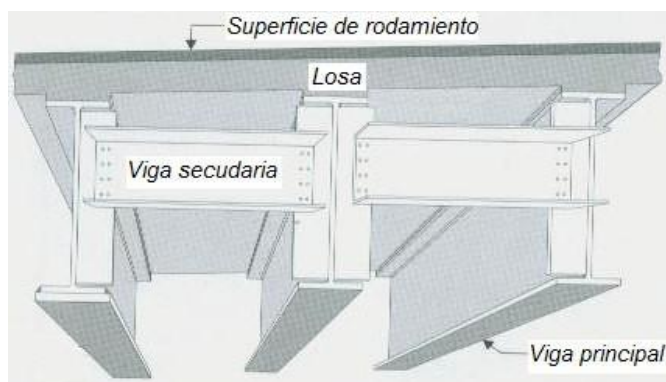


Figura 1.7 Elementos de una superestructura típica de vigas

- a) **Sistema de piso Tablero:** Generalmente denominado como "losa" es la plataforma sobre la cual circula la carga vehicular, puede ser de concreto reforzado, acero o madera. El sistema de piso tiene como principal función la transferencia de la carga viva a los elementos principales de la superestructura que pueden ser arcos, cerchas y vigas, entre otros.
- b) **Elementos secundarios** Son aquellos que distribuyen adecuadamente las cargas, generan mayor rigidez lateral y torsional restringiendo las deformaciones de los elementos principales para ~~que éstos sean más eficientes, mejorar el comportamiento estructural de la superestructura~~, por ejemplo los diafragmas en sentido transversal, los arriostamientos en planta inferior y en planta superior que unen entre si las vigas principales, cerchas y arcos.
- c) **Elementos principales:** Su función principal es soportar las cargas transferidas a ellos por el ~~sistema de pisotablero~~ y además transmitir los esfuerzos resultantes hacia subestructura a través de los apoyos. Cada rango de longitud de puente cuenta con el tipo de elemento más eficiente para soportar los esfuerzos producidos por las cargas, el cual también determina el tipo de superestructura.

**Comentario [Lanamme18]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 4

El orden de la numeración se presta para confusión en algunos artículos. Reorganizar la numeración del capítulo 1.

**Comentario [Lanamme19]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 3

Cambiar "Losa" por Tablero.

**Comentario [Lanamme20]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 2 Y 3

Se podría aclarar también que existen puentes donde el tablero no solo transfiere las carga a los elementos principales sino que también participa en la resistencia por medio de la acción compuesta. Además, en algunos puentes el tablero es el elemento principal.

**Comentario [Lanamme21]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 3

El tablero se puede denominar losa cuando es de concreto.

**Comentario [Lanamme22]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 2

Se podrían enumerar algunos tipos de elementos principales en puentes como Vigas, cerchas, arcos, etc

## 2) Tipos de Superestructura

El tipo de superestructura esta definido por el modelo estructural (sea este de tramo simple o de tramos continuos ya sea de vigas, cercha, arco, marco rígido, etc ) y por el material de los elementos principales (acero, concreto, madera, etc). La selección del tipo de superestructura considera además del modelo estructural otros aspectos como disponibilidad de material, velocidad de construcción, mantenimiento, aspectos ambientales y costos. Los tipos de superestructura más comunes son:

### 2.1 Superestructura de vigas

- a) **Superestructura de viga simple:** viga principal con dos apoyos con juntas de expansión al inicio y al final del tramo.

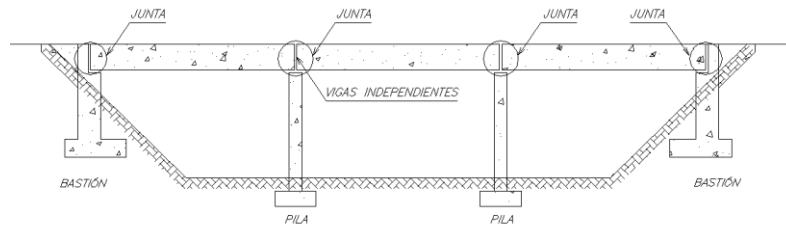


Figura 1.8 Viga simple

- b) **Superestructura de vigas continuas:** Viga principal con más de dos apoyos.

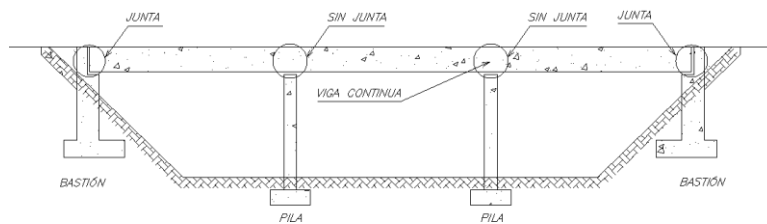


Figura 1.9 Viga continua

Los tipos más comunes de las vigas principales superestructuras tipo viga, sometidas a esfuerzos de flexión y cortante, son :

- **Losa:** En este caso la losa funciona como viga plana sin requerir ningún elemento adicional.

**Comentario [Lanamme23]:**

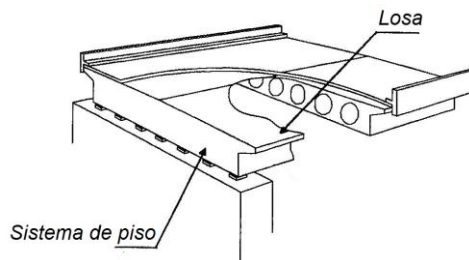
VER TABLA 5-1, ASPECTO 4

El orden de la numeración se presta para confusión en algunos artículos. Reorganizar la numeración del capítulo 1.

**Comentario [Lanamme24]:**

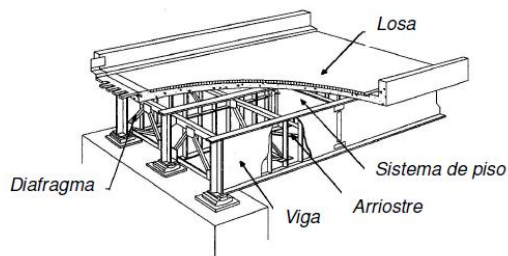
VER TABLA 5-1, ASPECTO 4

El orden de la numeración se presta para confusión en algunos artículos. Reorganizar la numeración del capítulo 1.



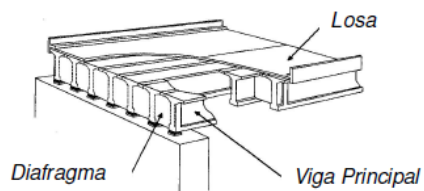
**Figura 1.10 Viga tipo losa**

- **Viga I:** Tiene la forma de la letra I, pueden ser acero o de concreto, en este último caso únicamente para elementos prefabricados que son preesforzados.



**Figura 1.11 Viga tipo I**

- **Viga T:** Viga con forma de la letra T, pueden ser construidas de concreto reforzado y preesforzado.



**Figura 1.12 Viga tipo T**

- **Viga cajón:** Las vigas cajón poseen gran resistencia a la torsión y usualmente no requieren arriostamiento. Los materiales que se utilizan para su construcción son acero y concreto.

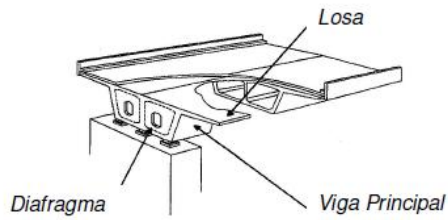


Figura 1.13 Viga tipo cajón

c) **Marco rígido:** Es aquella estructura en la que las vigas de la superestructura están empotradas en las pilas de tal manera que los apoyos transmiten esfuerzos de flexión a las columnas.



Figura 1.14 Marco rígido

**Comentario [Lanamme25]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 2

En este tipo de superestructura los elementos principales también podrían estar empotrados en los bastiones.

**Comentario [Lanamme26]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 5

Esta figura tiene baja resolución y no sigue el formato de los esquemas anteriores. Se recomienda cambiarla por un esquema.

**Comentario [Lanamme27]:**

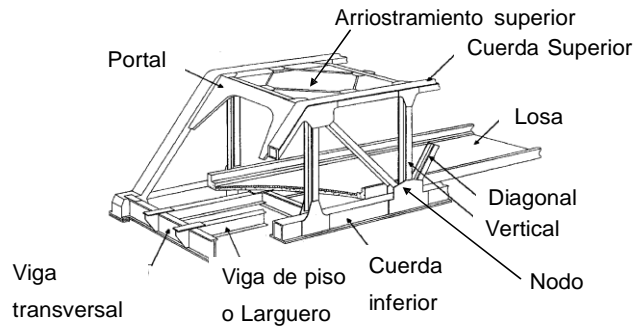
VER TABLA 5-1, ASPECTO 5

El orden de la numeración se presta para confusión en algunos artículos. Reorganizar la numeración del capítulo 1.

**2.2 Superestructura de cercha:** Consiste en dos o más armaduras que sirven como apoyo al tablero y vigas transversales, cuya estabilidad la brinda un sistema de arriostramiento. Se compone de dos armaduras unidas entre sí mediante el sistema de piso, diafragmas transversales o portales y los sistemas de arriostramiento superior e inferior. Las armaduras a su vez, son estructuras rígidas bidimensionales formadas con elementos rectos independientes sometidos a esfuerzos de tensión y compresión que están unidos por juntas o nodos. Existen tres tipos:

**2.2.1 Cercha paso inferior:** Cuando el paso vehicular es por debajo de la estructura de cercha.





**Figura 1.15 Cercha paso inferior**

**2.2.2 Cercha paso superior:** Cuando el paso vehicular se sitúa por encima de la estructura de cercha.



**Figura 1.16 Cercha paso superior**

**2.2.3 Cercha de media altura:** Es una cercha de paso inferior sin ningún sistema de arriostamiento superior, en Costa Rica los más conocidos son: el puente provisional modular lanzable tipo "Bailey" (compuesto por tramos de 3,05 metros) y el puente permanente tipo "ponyPony".

**Comentario [Lanamme28]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 4  
El orden de la numeración se presta para confusión en algunos artículos. Reorganizar la numeración del capítulo 1.

**Comentario [Lanamme29]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 5  
Mejorar la resolución de la imagen o utilizar un esquema como el de la cercha de paso inferior. Se recomienda colocar los nombres de los puentes de ejemplo en las fotografías.

**Comentario [Lanamme30]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 4  
El orden de la numeración se presta para confusión en algunos artículos. Reorganizar la numeración del capítulo 1.



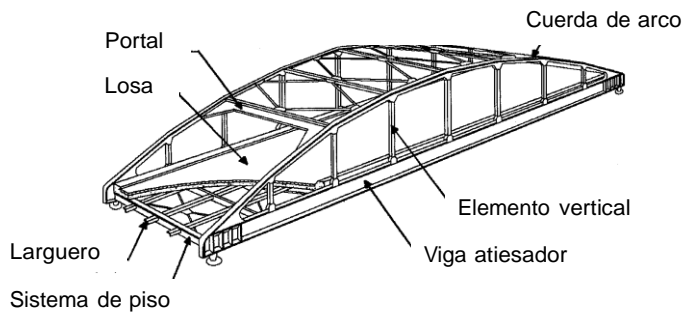
**Figura 1.17 Puente tipo bailey**



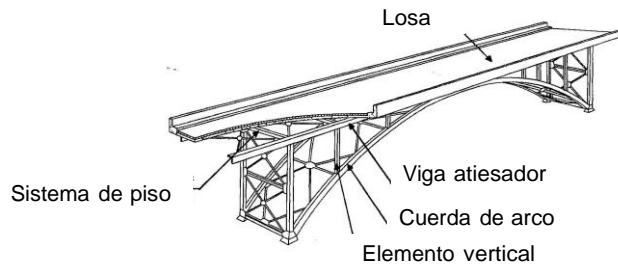
**Figura 1.18 Puente tipo pony**

**2.3 Superestructura de arco:** Estructura compuesta por vigas o armaduras con forma de arco sometida a esfuerzos de compresión pura, el modelo más común es el arco simplemente apoyado. Existen también los arcos triarticulados. El concepto de arco paso inferior y paso superior es el mismo descrito anteriormente para los tipos de cercha.

**Comentario [Lanamme31]:**  
VER TABLA 5-1, ASPECTO 4  
 El orden de la numeración se presta para confusión en algunos artículos. Reorganizar la numeración del capítulo 1.



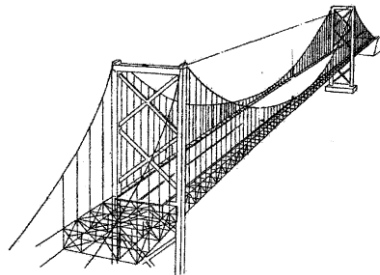
**Figura 1.19 Arco paso inferior**



**Figura 1.20 Arco paso superior**

## 2.4 Superestructuras suspendidas

**2.4.1 Superestructura tipo colgante:** Es un sistema **de piso estructural** suspendido mediante péndolas (o cables secundarios verticales), los cuales a su vez están unidos a los cables principales que forman una curva catenaria entre las torres. Para mantener el equilibrio de las fuerzas de tensión de los cables principales, estos se anclan a bloques masivos en ambos extremos del puente.



**Figura 1.21 Puente colgante**

**2.4.2 Atirantado o pilares:** Es un sistema **de piso estructural** suspendido de una o varias pilas centrales mediante cables tirantes inclinados que trabajan a tensión. A diferencia de los colgantes no requiere anclajes en los extremos porque el anclaje se localiza en las mismas pilas. Otras características son la forma de las pilas (forma de H, Y invertida, de A, de A cerrada por la parte inferior (diamante), etc, además la disposición de los tirantes puede ser paralela o convergentes (radiales).

**Comentario [Lanamme32]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 4

El orden de la numeración se presta para confusión en algunos artículos. Reorganizar la numeración del capítulo 1.

**Comentario [Lanamme33]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 4

El orden de la numeración se presta para confusión en algunos artículos. Reorganizar la numeración del capítulo 1.

**Comentario [Lanamme34]:**

VER TABLA 5-1, ASPECTO 4

El orden de la numeración se presta para confusión en algunos artículos. Reorganizar la numeración del capítulo 1.

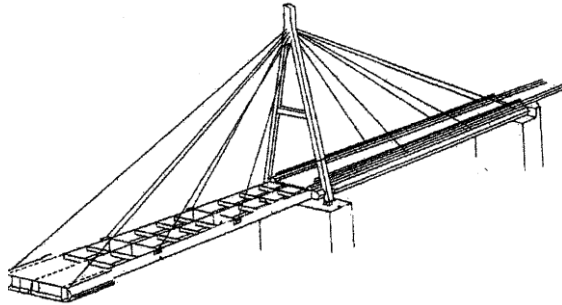


Figura 1.22 Puente atirantado

### 1.4.3 Subestructura

La subestructura está formada por los elementos estructurales diseñados para soportar el peso propio, las cargas sísmicas y las cargas transmitidas por de la superestructura y las cargas que a ésta se aplican. Los componentes de la subestructura son:

- 1) **Apoyos:** Los apoyos son sistemas mecánicos que transmiten las cargas verticales de la superestructura a la subestructura. El uso y la funcionalidad de estos varía dependiendo del tamaño y la configuración del puente. Las funciones principales de los apoyos aparte de transmitir todas las cargas de la superestructura a la subestructura son garantizar los grados de libertad del diseño de la estructura como traslación por expansión o contracción térmica o sismo y la rotación causada por la deflexión de la carga muerta y la carga viva. Existen tres tipos comunes de apoyos:

- **Apoyo de Expansión:** Permite que la estructura rote y se traslade en el sentido longitudinal, puede ser de placa con agujero alargado u "ojo chino", de almohadilla de neopreno, de nódulo, de rodillo, de patín o de balancín.

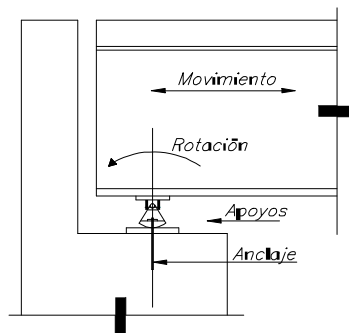


Figura 1.23 Apoyo de expansión tipo balancín

**Comentario [Lanamme35]:**  
VER TABLA 5-1, ASPECTO 4  
La numeración es confusa.

**Comentario [Lanamme36]:**  
VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
No se menciona que además de los tres tipos de funciones de los apoyos descritas, podrían cumplir otras funciones como amortiguadores y aisladores sísmicos y que sus características también pueden restringir los desplazamientos de la estructura.

**Comentario [Lanamme37]:**  
VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
También podrían transmitir cargas horizontales como la carga sísmica.

**Comentario [Lanamme38]:**  
VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
Estos ejemplos contradicen la definición que dice que los apoyos transmiten cargas verticales

**Comentario [Lanamme39]:**  
VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
Definir el tipo de apoyo "de nódulo".



Figura 1.24 Apoyo expansivo tipo patín



Figura 1.25 Apoyo expansivo tipo rodillo

- **Fijo:** Restringe la traslación y permite únicamente la rotación de la estructura.

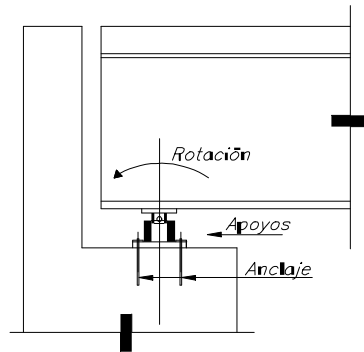
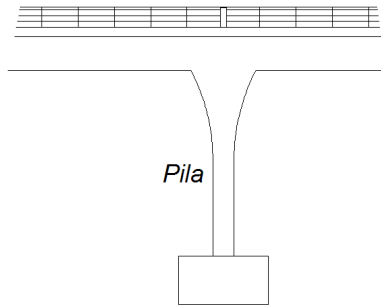


Figura 1.26 Apoyo fijo



Figura 1.27 Apoyo fijo de acero

- **Rígido o empotrado:** Los apoyos rígidos restringen todos los movimientos de traslación y rotación.



**Figura 1.28 Apoyo rígido**



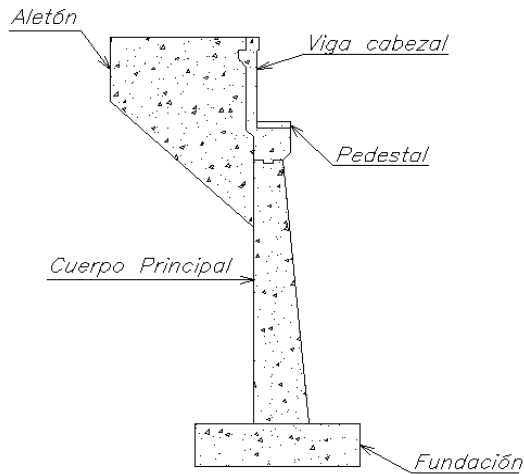
**Figura 1.29 Apoyo rígido (concreto)**

**2) Bastiones:** Elemento de la subestructura que sirve de apoyo en los extremos de la superestructura, puede ser construida de concreto, acero, madera o mampostería. Dado que los bastiones están en contacto con los rellenos de aproximación del puente, una de sus funciones principales condiciones de diseño es de absorber-resistir el empuje del terreno de suelos.

**a) Componentes de un bastión**

Los bastiones están compuestos por los aletones, la viga cabezal, el cuerpo principal y la fundación.

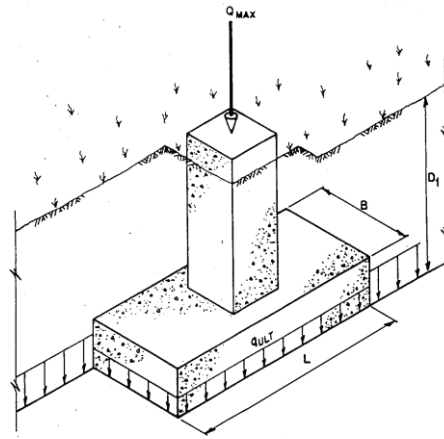
**Comentario [Laname40]:**  
 VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
 Dentro de las definiciones relacionadas con la figura 1.30 no se incluyó la definición de "Pedestal". Agregar esta definición.



**Figura 1.30 Partes del bastión**

- **Aletones:** Paredes laterales cuya función es confinar la tierra o material de relleno detrás del bastión, se diseñan como muros de retención.
- **Viga cabezal:** Parte superior de un bastión sobre la cual se apoya el extremo de un tramo de la superestructura. La viga cabezal posee pedestales, que son columnas cortas sobre las que se apoyan directamente las vigas principales de la superestructura.
- **Cuerpo principal:** Como su nombre lo dice es el componente principal del bastión. Puede ser tipo pared (muro de retención con o sin contrafuertes) o marco rígido (dos o más columnas unidas en su parte superior a la viga cabezal).
- **Fundación:** Es el conjunto formado por el cimiento o base del cuerpo principal y el suelo o roca soportante. En función del mecanismo de transmisión de las cargas se clasifican en superficiales y profundas.
  - **Fundaciones superficiales:** son las placas aisladas o corridas que transfieren la carga por contacto al estrato de suelo existente directamente debajo de ellas. Se diseñan para que la presión transmitida (carga/área de placa) sea igual o inferior a la capacidad admisible de soporte del terreno.

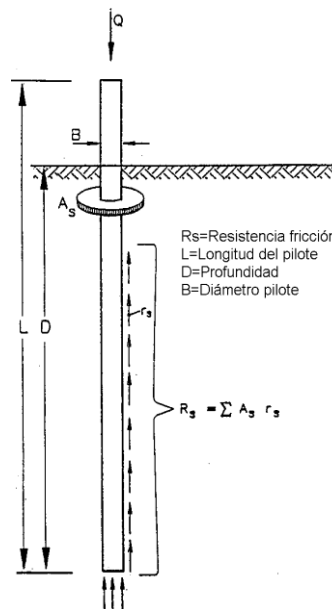
**Comentario [Lanamme41]:**  
 VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
 Aclarar si en puentes aplica la placa corrida.



**Figura 1.31 Fundación tipo placa**

- o **Fundaciones profundas:** usualmente son placas apoyadas sobre elementos estructurales que transfieren la carga a los estratos del suelo **existentes** a mayor profundidad que el estrato de suelo en contacto directo con la misma. Por su proceso de constructivo se dividen en:
  - Pilotes: pueden ser hincados de acero o de concreto preesforzado o preexcavados colados in situ con diámetros **inferiores-comunes** **menores que a** 0,45 m.

**Comentario [Lanamme42]:**  
 VER TABLA 5-1, ASPECTO 5  
 Utilizar un esquema sin nomenclatura o definir los símbolos que se utilizan en la figura.

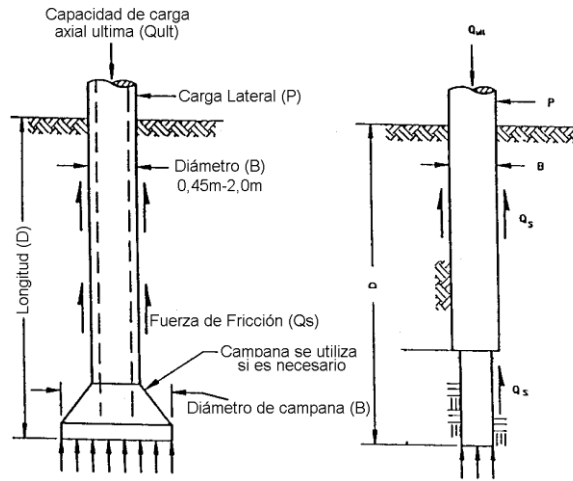


**Figura 1.32 Fundación tipo pilote**

**Comentario [Lanamme43]:**  
 VER TABLA 5-1, ASPECTO 5  
 Utilizar un esquema sin nomenclatura o definir los símbolos que se utilizan en la figura.

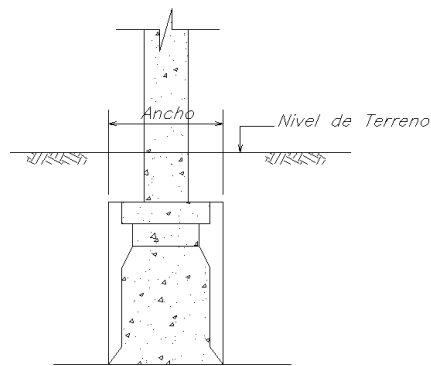


- Pozos: son grandes pilotes preexcavados de concretos reforzado con diámetros comunes de 0,45 m. a 2.0 m.



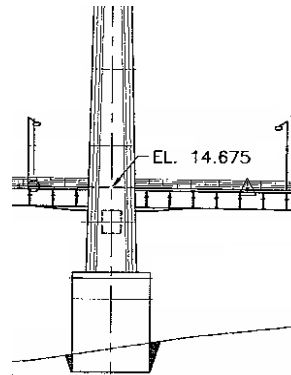
**Figura 1.33 Fundación tipo pozo**

- Caisson: elementos masivos conformados por una o varias celdas de sección transversal circular o rectangular cuya dimensión mínima es de 6 m.



**Figura 1.34**

**Fundación tipo caisson una celda**



**Figura 1.35**

**Fundación tipo caisson río Tempisque**

- Cabezal sobre pilotes: no existe un elemento de columna por lo que se apoya directamente sobre los pilotes.

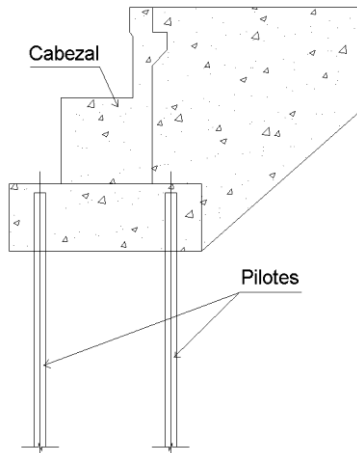


Figura 1.36 Fundación tipo cabezal sobre de pilotes

#### b) Tipos de bastiones

De acuerdo con la función requerida existen varios tipos de bastiones. El tipo de bastión depende de la topografía del sitio, de la capacidad admisible del suelo, de las características geo-mecánicas del suelo o la roca, de la susceptibilidad a la licuefacción del suelo y de la susceptibilidad a la erosión del suelo, de la tipo de superestructura y las preferencias del diseñador los criterios de diseño. A continuación se describen algunos de los tipos más comunes:

- **Gravedad:** Este tipo de bastión debe resistir la presión lateral o empuje del suelo con su propio peso por lo que suelen ser bastiones muy pesados. La mayoría de los bastiones de gravedad son construidos en concreto ciclópeo o en mampostería.

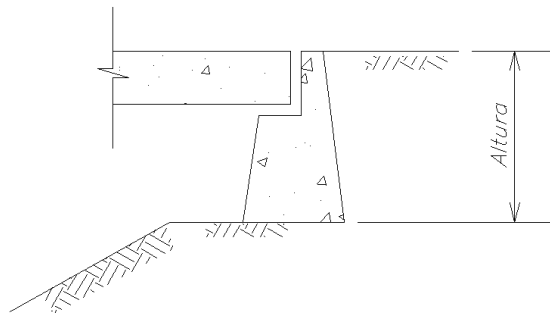
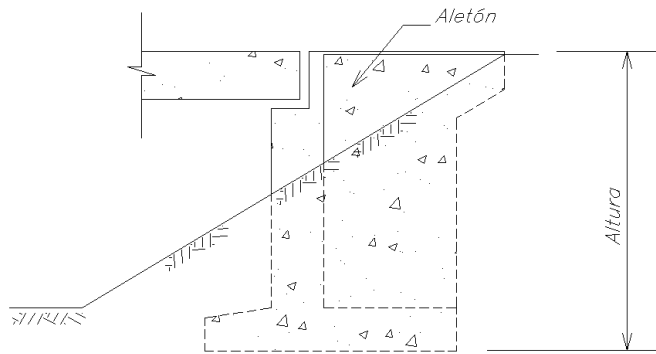


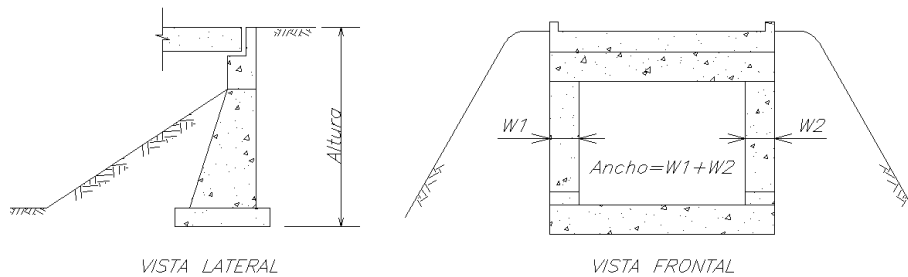
Figura 1.37 Bastión tipo gravedad

- **Voladizo:** Es un muro de retención tipo pared que se encuentra unido rígidamente a la fundación, por lo que actúa como una viga en voladizo que transmite la presión lateral del suelo y mantiene su estabilidad a través de su peso propio y el peso del suelo sobre la fundación. En este tipo de bastión el acero de refuerzo principal está orientado de forma vertical



**Figura 1.38 Bastión tipo voladizo**

- **Marco:** Consiste en un bastión con dos o más columnas unidas por la viga cabezal tipo rectangular o T cuando cuenta con pantalla.



**Figura 1.39 Bastión tipo marco rígido**

- **Muro con Contrafuerte:** Este tipo de estructura es un muro y una fundación unidas mediante losas—elementos verticales perpendiculares al plano del muro conocidas como contrafuertes, las cuales se encuentran espaciadas a lo largo de la fundación. La función del contrafuerte es de apoyo para el cuerpo principal del muro. El bastión tipo contrafuerte generalmente se utiliza cuando se requiere que el muro sea de gran altura. A diferencia de un bastión tipo voladizo el refuerzo principal del muro con contrafuertes está orientado horizontalmente.

**Comentario [Lanamme44]:**  
 VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
 Incluir la definición de muro pantalla

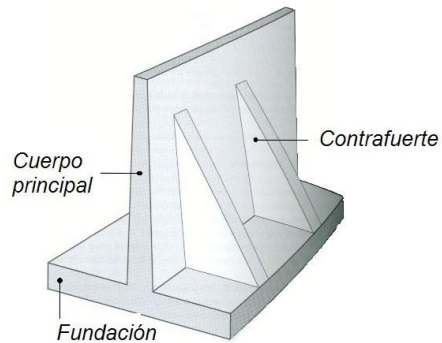


Figura 1.40 Bastión tipo contrafuerte

- **Cabezal sobre pilotes:** Consiste en una viga cabezal apoyada en una o más filas de pilotes. Los pilotes inclinados se utilizan para prevenir el volcamiento y resistir cargas horizontales como sismo o empuje de suelos. Este tipo de bastión no posee cuerpo principal.

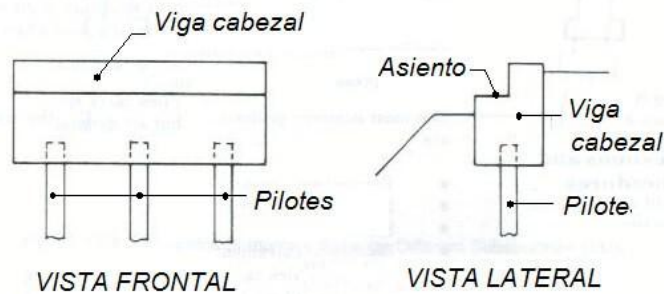
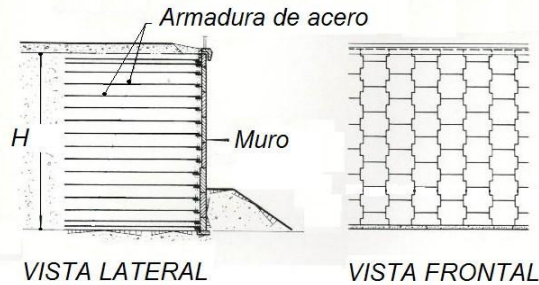


Figura 1.41 Bastión tipo cabezal sobre pilotes

- **Tierra armada:** Es un sistema que mecánicamente estabiliza el suelo y se compone de un muro construido por capas con bloques modulares, generalmente, de concreto sin refuerzo. La forma geométrica de los bloques es tal que permite que sean ensamblados como una pared uniforme. En la parte posterior del muro, se colocan mallas de acero en capas sobre el material de relleno que a su vez se compacta. De esta forma, el acero actúa como refuerzo transformando el suelo en un material capaz de soportar tanto el peso como las cargas verticales aplicadas.

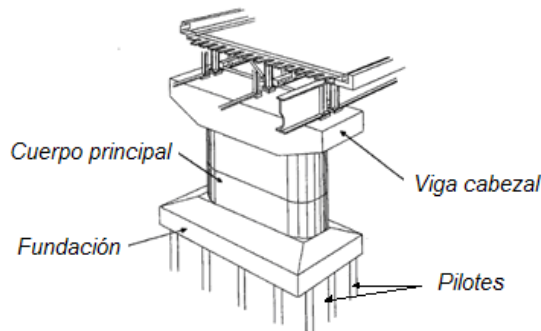


**Figura 1.42 Bastión tipo tierra armada**

3) **Pilas:** Estructuras que sirven de apoyos intermedios a la superestructura ubicadas entre los bastiones. Por lo general, las pilas son construidas en concreto reforzado, ocasionalmente concreto preesforzado, acero o madera.

**a) Componentes de la pila**

La pila está formada por la viga cabezal, el cuerpo principal y la fundación.



**Figura 1.43 Partes de una pila**

- **Viga cabezal:** Parte superior de la pila sobre la que descansan el extremo inicial y final, respectivamente, de dos tramos continuos de la superestructura. En la viga cabezal ~~posee se encuentran~~ los pedestales sobre los que se colocan los apoyos de ~~las vigas principales, la superestructura.~~
- **Cuerpo principal:** Estructura sobre la que se apoya la viga cabezal. Puede ser una única columna, columnas múltiples, ~~una pared o un muro, una pantalla o~~ un grupo de pilotes.
- **Fundación:** Base del cuerpo principal que tiene la función de transmitir las cargas de la subestructura al suelo. La fundación puede ser superficial o profunda, está compuesta por una placa, pilotes o una combinación de éstos. Los tipos de fundación fueron explicados anteriormente en los componentes del bastión.

**Comentario [Lanamme45]:**  
 VER TABLA 5-1, ASPECTO 4  
 Agregar la referencia al número de sección

## b) Tipos de pila

Al igual que los bastiones, existe gran variedad de pilas de acuerdo con su configuración, forma y tamaño. El tipo de pila a utilizar dependerá en gran parte del tipo de superestructura que se posea. Los tipos de pilas más usados en Costa Rica son:

- **Muro:** Consiste en una pared que se extiende desde la fundación hasta la viga cabezal. En la viga cabezal se encuentran los pedestales sobre los que descansa la superestructura.

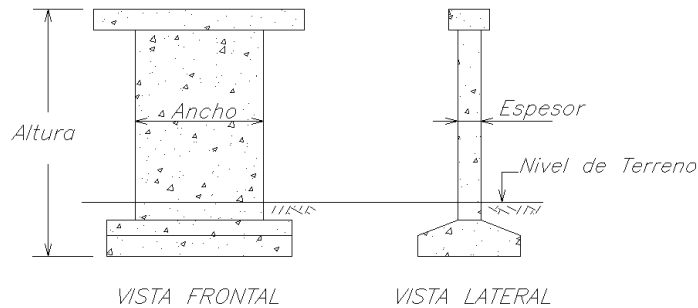


Figura 1.44 Pila tipo muro

- **Marco:** Este tipo de pila está compuesta por una viga cabezal apoyada sobre dos columnas formando una estructura tipo marco. Las columnas son soportadas por la fundación. La sección transversal de las columnas puede ser circular o rectangular.

**Comentario [Lanamme46]:**  
VER TABLA 5-1, ASPECTO 2  
Agregar: "puede incluir un muro pantalla entre las columnas"

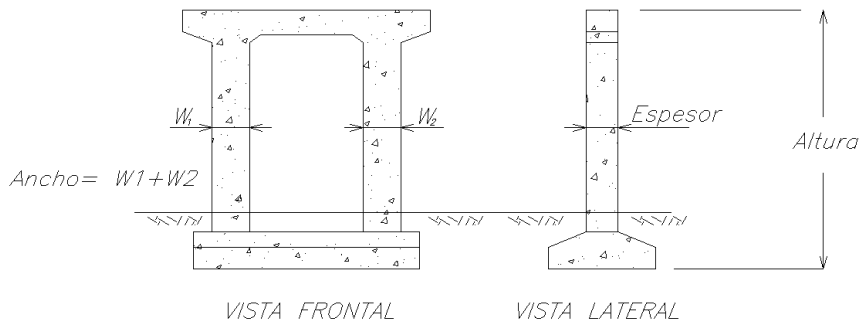
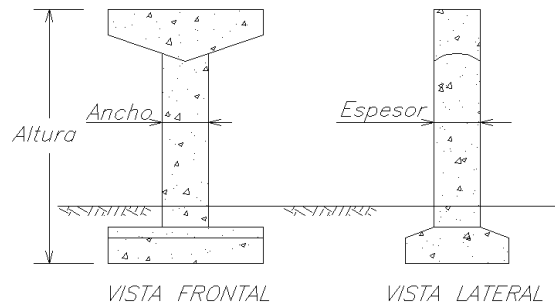


Figura 1.45 Pila tipo marco rígido

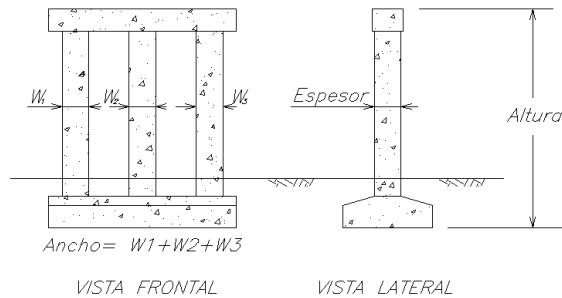
- **Columna sencilla:** Generalmente, está compuesta por una viga cabezal en forma de martillo unida a una columna que puede ser de forma rectangular, elíptica, circular, entre

otras, la cual se extiende hasta la fundación.



**Figura 1.46 Pila tipo columna sencilla**

- **Columna múltiple:** Consiste de una viga cabezal soportada por tres o más columnas que se extienden hasta la fundación.



**Figura 1.47 Pila tipo columna múltiple**

## 1.5 Terminología

Es importante que el inspector de puentes conozca los conceptos básicos relacionados con la ingeniería de puentes, entre ellos:

**Abrasión:** Desgaste que sufre una superficie debido a las fuerzas de fricción que experimenta en el transcurso del tiempo.

**El nivel de agua máxima estimable (N.A.M.E) y el nivel de agua normal (N.A.N):** La elevación de la altura de las aguas máxima y mínima que puede ser detectada o esperada según el periodo del análisis hidrológico para la crecida del río.

**Claro hidráulico:** Altura existente entre la altura de agua máxima y la parte inferior de la superestructura.

**Anclaje:** Elementos masivos o bloques cuyo peso contrarrestan la tensión de los cables de la superestructura.

**Ancho de vía:** Calzada o superficie donde circulan los vehículos.

**Angulares:** Perfiles de acero laminado en caliente de forma de "L".

**Ancho total del puente:** Es la sumatoria de los anchos de calzada, espaldones, ciclovía, aceras y barandas

**Arriostre:** Elemento estructural secundario instalado para proporcionar mayor rigidez y garantizar el trabajo en conjunto de los demás elementos principales de la superestructura.

**Acera:** Espacio destinado para el tránsito de peatones

**Calzada:** Espacio destinado para el tránsito vehicular, que incluye los carriles y espaldones.

**Ciclovía:** Espacio para tránsito de ciclistas

**Aletones:** Parte del Bastión cuya principal función es contener los rellenos de aproximación al puente

**Carga muerta:** Peso propio de todos los componentes de la estructura.

### Comentario [Lanamme47]:

#### VER TABLA 5-1, ASPECTO 6

La sección 1.5 define algunos términos que no se utilizan en el Manual. Muchos de estos términos se utilizan en otros capítulos del manual y la sección 1.5 no hace referencia a los capítulos donde se utilizan. Además, los términos se encuentran en forma desordenada. Valorar si se requiere una sección de terminología aparte de las secciones 1.3 y 1.4 o si sería más conveniente sustituir la sección 1.5 por un índice analítico que refiera a los términos en las páginas en que aparecen.

Si se decide mantener la sección de terminología:

- Colocar la sección al inicio del capítulo, en orden alfabético y con referencia a las secciones donde se utilizan estos términos en el Manual.
- Eliminar términos que no se utilicen en el manual.



**Carga viva:** Carga temporal que genera tanto el tráfico peatonal como vehicular sobre los puentes.

**Claro vertical libre o gálibo:** Es la altura libre existente entre el elemento más bajo de la superestructura y el fondo de lecho o rasante del camino o cota de riel, para el caso de que el puente se ubique sobre un camino o línea férrea.

**Drenaje o Desagüe:** Sistema de elementos que permiten evacuar apropiadamente el agua de las lluvias o agua pluvial de la calzada y aceras del puente.

**Dique:** Barrera que se coloca para evitar la inundación en las márgenes del río. Su función principal en un puente es contener el avance de la erosión encauzando la corriente para alejarla de los bastiones.

**Elevación de la socavación:** Esta elevación corresponde a la cota de la profundidad de socavación estimada para distintos períodos de crecidas, La socavación total se compone de la suma de la socavación local, socavación por contracción del cauce y socavación general.

**Elevación de Rasante Terminada:** Corresponde a la elevación de la calzada en la línea de centro del puente y de la carretera.

**Elevación del lecho del río:** Elevación del fondo del río

**Longitud acceso:** Es la longitud de los rellenos de aproximación al puente.

**Longitud total del puente:** distancia entre los bordes extremos de los bastiones del puente a nivel de rasante. (ver figura 1.43)

**Longitud total del tramo:** distancia entre juntas de expansión de cada superestructura (ver figura 1.43)

**Luz de tramo:** distancia entre línea de centro de apoyos de cada superestructura (ver figura 1.43)

**Luz libre:** distancia libre entre bordes extremos de los bastiones y pilas (ver figura 1.43).

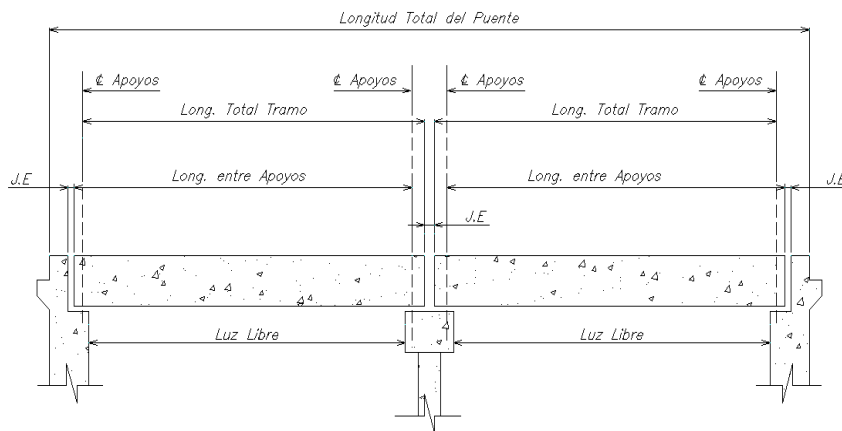
**Losa de aproximación:** Losa de acceso al puente construida en concreto reforzado. Funciona como parte de la superficie de rodamiento del acceso y se encuentra apoyada en una parte de la viga cabezal del bastión llamada ménsula. La losa de aproximación se utiliza para prevenir asentamientos en los rellenos de aproximación debido a la compactación generada por el peso de los vehículos a través del tiempo.

**Pedestal:** Son columnas de corta altura construidos sobre la viga cabezal de un bastión y pila, en los cuales se apoyan los elementos principales de la superestructura. En ocasiones los pedestales son de altura variable para genera el bombeo de la losa.

**Pendiente:** Razón de altura / distancia.

**Rellenos:** Material colocado detrás y enfrente de bastiones y pilas para restituir las elevaciones del terreno antes de la excavación o para conformar la sección del canal.

**Zampeado:** Revestimiento rígido de hormigón ciclópeo ( piedra y mortero) que se instala para proteger de la erosión los taludes o el cauce del río.



**Figura 1.48 Elevación de puente**

**Comentario [Lanamme48]:**  
VER TABLA 5-1, ASPECTO 5  
La figura tiene errores en los puntos de inicio y final de las cotas.

## Capítulo 2 Responsabilidades del inspector de puentes

### 2.1 Responsabilidades del inspector

Los puentes como estructuras de enlace entre regiones cumplen funciones vitales para el desarrollo económico, social y cultural entre otras. Por tal motivo, es indispensable que posean una adecuada condición estructural y de seguridad permitiendo así, un tránsito continuo y confiable a través de la vida útil de la estructura.

Asimismo, los inspectores de puentes como responsables de recopilar toda la información relacionada con el estado de deterioro que sufre la estructura, tienen un papel preponderante dentro del esquema de mantenimiento y/o rehabilitación. El trabajo del inspector es informar acerca de la condición estructural y de seguridad del puente, reconociendo que elementos necesitan ser reparados para lograr mantener la seguridad de la estructura y evitar los costos de su reemplazo. Debe además, estar pendiente de que los problemas menores sean corregidos a tiempo antes de que el daño evolucione y aumente así el costo de la reparación.

~~Se requiere que e~~El inspector de puentes debe ~~provea~~ proveer registros precisos. Por las siguientes razones:

1. Establecer y mantener un archivo de la historia estructural.
2. Identificar y evaluar los requerimientos de la reparación de puentes.
3. Identificar y evaluar las necesidades de mantenimiento de puentes.

### 2.2 Deberes del inspector

#### 2.2.1 Planificar la inspección

Para realizar la inspección de la manera más ordenada y sistemática posible, el inspector deberá planificar. ~~Para incluir las~~ siguientes tareas: determinar la secuencia de inspección, establecer un horario, organizar las notas de campo, anticipar el efecto de los procedimientos de control de tráfico y cualquier otra medida que facilite una inspección completa.

#### 2.2.2 Organizar la inspección

~~De previo a la inspección incluyen se requiere organizar las herramientas y el equipo adecuado, revisar los archivos y planos del puente.~~ Como mínimo se deben realizar los siguientes pasos:

1. Revisión del archivo de la estructura del puente si se encuentra disponible.
2. Identificación de los componentes y elementos del puente.
3. Identificación de la condición del sitio.

4. Identificación de condiciones especiales.
5. Disposición del equipo y herramientas requeridas.
6. Desarrollo de la secuencia de inspección.

Normalmente, la inspección inicia con ~~la losa~~ el tablero y los elementos de la superestructura y luego se procede con la subestructura. Sin embargo, la secuencia de la inspección depende de diversos factores, como:

1. Tipo de puente
2. Condición de los componentes del puente
3. Condición general
4. Requerimientos específicos de la agencia de inspección
5. Tamaño y complejidad del puente
6. Condiciones del tráfico
7. Procedimientos especiales

Un ejemplo de la secuencia de inspección para un puente ordinario se encuentra en la Tabla-2-1. Mientras se desarrolla la secuencia de inspección es importante asegurarse que se lleve a cabo una inspección completa de la estructura.

**Tabla 2-1 Ejemplo de Secuencia de inspección**

Componente del puente	Elementos a inspeccionar
Accesorios	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Losa de aproximación</li> <li>2. Características de seguridad del tráfico</li> <li>3. Superficie de rodamiento o pavimento</li> <li>4. Juntas de expansión</li> <li>5. Aceras y barandas</li> <li>6. Drenajes</li> <li>7. Señalización</li> <li>8. Electricidad/ iluminación</li> <li>9. Barreras y otros dispositivos para el control del tráfico.</li> </ol>
Superestructura	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Losa</li> <li>2. Elementos principales</li> <li>3. Elementos secundarios</li> <li>4. Servicios Públicos instalados (teléfono, acueducto, etc)</li> </ol>
Subestructura	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apoyos</li> <li>2. Bastiones</li> <li>3. Pilas</li> </ol>

	4. Protección del talud 5. Fundaciones 6. Pilotes
Río	1. Perfil del río y alineamiento 2. Lecho del río 3. Diques 4. Condición de las márgenes 5. Apertura hidráulica 6. Nivel máximo y normal 7. Signos de socavación

**Comentario [Lanamme49]:**

VER TABLA 5-2, ASPECTO 1

Podría no ser posible medir en sitio el nivel máximo y normal del río.

Considerar cambiar este punto por nivel del río observado durante la inspección.

**2.2.3 Preparar notas, fórmulas y bocetos**

La preparación de notas, fórmulas y bocetos previos a la inspección en el sitio, ayuda a que el trabajo de campo se lleve a cabo de forma eficiente, facilitando así la recolección de los datos. Tanto la hoja de inventario estándar como la de inspección rutinaria de este manual, deben ser utilizadas para la recopilación de las características del puente y la calificación del grado de deterioro de los elementos, respectivamente.

**2.2.4 Describir condiciones especiales**

1) Control del tráfico

Se requiere que el inspector utilice todos los estándares de seguridad y dispositivos de control como conos, señales y tableros electrónicos, entre otros, que ayuden a prevenir situaciones que puedan poner en riesgo a los trabajadores y los usuarios de la carretera. El inspector deberá verificar que se cumpla con todas las normas de seguridad aplicables según corresponda.

**Comentario [Lanamme50]:**

VER TABLA 5-2, ASPECTO 2

Este apartado es muy general. Definir un protocolo para control de tránsito en inspecciones, que incluya la coordinación con la Dirección de Ingeniería de Tránsito del MOPT

2) Horario de la inspección

El tiempo requerido para la inspección incluye el tiempo de preparación en la oficina, el tiempo de viaje al sitio y el tiempo necesario para la elaboración del informe. La condición general del área de trabajo juega un papel importante en la determinación del horario de la inspección, ya que se debe tomar en cuenta el método de acceso al puente y a cada uno de sus elementos, por lo que el inspector deberá recolectar de previo la información respectiva.

## 2.2.5 Organizar las herramientas y equipo

Para llevar a cabo una inspección precisa y eficiente, se debe utilizar las herramientas adecuadas. Las herramientas estándares que un inspector debe preparar para la inspección de puentes pueden agruparse en seis categorías básicas que se muestran en la Tabla 2-2 y de la Figura 2-1 a la Figura 2-6. El Inspector puede usar la Tabla 2-2 como una lista de verificación o chequeo al preparar las herramientas de la inspección.

**Tabla 2-2 Lista estándar de herramientas de inspección de puentes**

Actividad	Herramientas	Chequeo
Limpieza	<b>Escoba</b> para quitar polvo y escombros <b>Cepillo de acero</b> para remover del acero la pintura y la corrosión. <b>Espátulas</b> para remover la corrosión de la superficie de un elemento. <b>Desatornillador plano</b> para la limpieza general y la investigación. <b>Pala</b> para remover suciedad y escombros.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Inspección general	<b>Cuchilla</b> para tareas generales <b>Cinzel</b> para examinar la superficie de los elementos de madera. <b>Taladro de mano</b> para la investigación de los elementos de madera <b>Calador</b> para examinar internamente los elementos de madera <b>Cinzelador</b> para examinar la superficie del concreto <b>Plomada</b> para medir la alineación vertical. <b>Cinturón de herramientas</b> con bolsa de herramientas para sostener herramientas pequeñas.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Inspección Visual	<b>Binoculares</b> para examinar a distancia <b>Foco</b> para examinar lugares oscuros. <b>Lupa ligera</b> para examinar de cerca las grietas. <b>Espejos de Inspección</b> para inspeccionar áreas inaccesibles.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Medición	<b>Cinta de medición de bolsillo y cinta de medición de 50m</b> para medir las dimensiones <u>de elementos</u> <b>Calibrador (vernier)</b> para medir el <u>grosor-espesor</u> del elemento <b>Medidor de inspección óptica</b> para la medición precisa del ancho de las grietas. <b>Medidor de inclinación y transportador</b> para determinar la inclinación del elemento. <b>Termómetro</b> para medir la temperatura <b>Nivel</b> para medir las pendientes y hundimientos <u>Odómetro</u>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Documentación	<b>Formula de inspección, portapapeles y lápiz</b> <b>Cuaderno de campo</b> <b>Regla</b> para dibujar	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

**Comentario [Lanamme51]:**

**VER TABLA 5-2, ASPECTO 3**  
 Faltan algunas herramientas para medición de distancias y protección personal. Algunos equipos de protección para trabajos en altura podrían no ser adecuados y riesgosos. Por ejemplo: Cinturón, gancho de seguridad y Prensa en C.  
 No se indica que los equipos de seguridad deban cumplir alguna norma de seguridad nacional o internacional.  
 Agregar los siguientes equipos: odómetro, bloqueador solar y mascarilla.  
 Revisar los equipos de protección para trabajos en altura y evaluar que se cambien por: arnés, línea de vida y puntos de anclaje.  
 Indicar la normativa que debe cumplir el equipo de seguridad para inspecciones de puentes.

	<b>Cámara digital</b> para documentación visual <b>Tiza o marcadores</b> para identificación de elementos y fotografías. <b>GPS portátil</b> para medir las coordenadas de un puente	<hr/> <hr/> <hr/>
Varios	<b>Cinturón y gancho de seguridad</b> para una inspección segura en lugares altos <b>Prensa en C</b> que brinda una tercera mano para la medición. <b>Repelente de insectos y mata avispas</b> <u>Bloqueador solar</u> <u>Mascarillas</u> <b>Botiquín de primeros auxilios</b> para cortadas pequeñas y picaduras de abejas <b>Papel sanitario y toallas</b> para emergencias y limpieza <b>Casco</b> para protección de la cabeza. <b>Chaleco</b> para visibilidad del trabajador. <b>Botas de hule</b> <b>Linterna</b> <b>Equipo para comunicación</b> como radios <b>Guantes</b>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>



**Figura 2-1 Herramientas para limpieza**



Figura 2-2 Herramientas para inspección general



Figura 2-3 Herramientas para inspección visual



Figura 2-4 Herramientas para medición

**Comentario [Lanamme52]:**  
VER TABLA 5-2, ASPECTO 3  
Faltaría un odómetro





**Figura 2-5 Herramientas para documentación**



**Figura 2-6 Equipo de seguridad**

### 2.2.6 Determinar el método de acceso requerido

Dentro del equipo de acceso a los elementos del puente se encuentran escaleras, plataformas de andamiaje, botes y brazos mecánicos que consisten en una grúa unida a una plataforma que se introduce en el puente, entre otros. En la mayoría de los casos, el utilizar un brazo mecánico superior o inferior implicaría menos tiempo de inspección que el utilizar una escalera o plataformas tipo andamio para inspeccionar la estructura. Sin embargo, los brazos mecánicos están asociados con altos costos por la operación y mantenimiento de los vehículos. Este tipo de sistema se utiliza para el acceso a cubiertas donde el ingreso a través de otros medios no es factible o donde los procedimientos de inspección detallada son requeridos.

**Comentario [Lanamme53]:**  
VER TABLA 5-2, ASPECTO 3  
 Revisar los equipos de protección para trabajos en altura y evaluar que se cambien por: arnés, línea de vida y puntos de anclaje.  
 Indicar la normativa que debe cumplir el equipo de seguridad para inspecciones de puentes.



**Figura 2-7 Brazo mecánico inferior**

### **2.2.7 Ejecutar la inspección**

Los deberes asociados con la inspección incluyen la descripción de apropiada de la estructura de tal forma que la inspección se realice mediante un sistema de numeración de los miembros. Este sistema deberá coincidir con la numeración que posean los elementos en los planos, lo que permite de manera ordenada, desarrollar la secuencia de inspección y seguir los procedimientos de inspección apropiados.

### **2.2.8 Preparar informes**

La documentación es esencial para el sistema de administración de puentes. El inspector debe reunir suficiente información para asegurar un informe completo y detallado según los formatos descritos en este manual. Los detalles de los documentos que el inspector debe preparar se describen en los capítulos 4, 5 y 6, dependiendo del tipo de inspección.

## **2.3 Medidas de seguridad**

### **2.3.1 Causa de accidentes**

Las mayores causas de accidentes en el trabajo de campo son los errores humanos y la falla del equipo. Los errores humanos pueden ser reducidos al reconocer que todos cometemos errores, por lo que se realiza una planificación adelantada para minimizar sus efectos. La falla del equipo se puede disminuir verificando su buen funcionamiento, dando mantenimiento y actualizando el

#### **Comentario [Lanamme54]:**

##### **VER TABLA 5-2, ASPECTO 4**

Las disposiciones de seguridad del manual no tienen referencias a normativa internacional de seguridad ocupacional. Revisar las disposiciones de seguridad con respecto a alguna normativa internacional de seguridad ocupacional, por ejemplo: Normas OSHA de Estados Unidos.

equipo. Algunas causas específicas de accidentes son:

1. Actitud inapropiada – distracción, descuido y preocupación acerca de asuntos personales
2. Limitaciones personales – falta de conocimiento o habilidades, capacidades físicas excedentes.
3. Impedimentos físicos – lesiones previas, enfermedad, efectos secundarios de medicamentos, alcohol o drogas.
4. Aburrimiento o distracción – caer en un estado donde no se esta atento mientras se realizan trabajos rutinarios repetitivos.
5. Desconsideración – falta de conciencia de seguridad y no se reconocen los peligros.
6. Atajos – se sacrifica la seguridad por ganar tiempo.
7. Equipo defectuoso – peldaños de escaleras dañadas, cuerdas gastadas o cables deshilachados, entre otros.
8. Prendas inapropiadas o muy sueltas.

Los lineamientos generales para una inspección segura incluyen:

1. Evitar intoxicaciones o el uso de drogas que impidan el juicio, reflejos o coordinación.
2. Evitar los medicamentos con receta o sin ésta pueden causar efectos secundarios que son peligrosos, como: somnolencia, mareos, etc.
3. Se debe asumir que todos los cables y alambres de electricidad tienen corriente eléctrica; todas las líneas de electricidad deben ser interrumpidas.
4. La asistencia siempre funciona en parejas. El equipo de inspección debe estar conformado al menos por dos personas.
5. Siempre que se trabaje sobre cuerpos de agua utilizando para la inspección botes de seguridad, se debe proveer equipo con timbres y chalecos salva vidas y comunicación de radio.
6. Botas a prueba de agua, se debe usar botas impermeables con precaución, ya que estas se pueden llenar de agua lo que no permite nadar.
7. En la inspección sobre el tráfico, eSi trabajar sobre el tráfico con tránsito en movimiento no puede ser evitado, las herramientas y cuadernos deberán estar siempre atados.
8. Al ingresar en áreas oscuras, se deberá de usar siempre un foco y se deberá considerar el uso de cuerdas de seguridad y un suministro de oxígeno.
9. El respirar el polvo de las excreciones de las palomas o el asbesto puede causar cáncer en los pulmones.
10. Los equipos utilizados deben cumplir nromas internacionales de seguridad ocupacional

### **2.3.2 Prácticas de seguridad**

La inspección de los puentes es sin duda peligrosa, por lo que se requiere de una atención continua de parte de cada miembro del equipo de inspección. La actitud, el estar alerta y el sentido común son tres factores importantes para mantener la seguridad. Los accidentes pueden causar

sufrimiento, dificultades familiares y hasta la muerte. Los accidentes también tienen un costo monetario en el equipo, pérdida de la producción y gastos médicos. Hacer el esfuerzo para mantener la seguridad paga grandes dividendos al evitar los gastos y las aflicciones. La consideración más importante para inspeccionar la seguridad de un puente es la preocupación del inspector al crear un ambiente de trabajo seguro y son últimamente los inspectores de puentes los responsables de su propia seguridad. Los buenos hábitos laborales y las responsabilidades que llevan a ambiente laboral seguro incluyen:

1. Mantenerse descansado y alerta.
2. Mantener un condicionamiento físico y de salud.
3. Utilizar las herramientas adecuadas.
4. Mantener las áreas de trabajo ordenadas y limpias.
5. Establecer procedimientos sistemáticos que conciernen la expectativa de cada uno.
6. Seguimiento de las reglas y regulaciones establecidas por la agencia.
7. Uso del sentido común y el buen juicio
8. Reconocer las limitaciones físicas y psicológicas
9. Conocimiento de las reglas y los requerimientos de trabajo
10. Seguridad de los compañeros de trabajo
11. Reportar un accidente

El encargado y los supervisores son responsables de proveer un ambiente laboral seguro, el cual incluye:

1. Regulaciones y directrices de seguridad de fácil comprensión.
2. Entrenamiento en seguridad.
3. Herramientas y equipos apropiados.
4. Supervisión de los procedimientos laborales establecidos.
5. Consejo para aplicar los procedimientos de seguridad.
6. Consejo para hacer uso adecuado del equipo.
7. Hacer cumplir las regulaciones de seguridad

### **2.3.3 Prendas de inspección apropiadas**

Es importante vestirse apropiadamente para inspeccionar. Las ropas de campo deberán ser de la talla adecuada para cada individuo y deben ser acordes con el clima. Para las actividades de inspección generales, el inspector deberá de usar botas de cuero con una suela que produzca tracción. Para escalar hasta los elementos del puente, el inspector debe usar botas con punta de acero (con suelas que no resbalen y sin una tracción muy pesada), al igual que el uso de guantes de cuero. El uso de un cinturón de herramientas permite al inspector cargar herramientas y notas y

aún así tener las manos libres para escalar y realizar otras actividades de inspección.

Aunque el equipo de seguridad está diseñado para prevenir lesiones, el inspector deberá usar este equipo para obtener protección. Algunas piezas comunes del equipo de seguridad son:

1. **Casco** para proteger la cabeza del inspector de objetos que se puedan caer y de impactos.
2. **Chaleco de seguridad** es esencial cuando se trabaja cerca de condiciones de tráfico.
3. **Gafas de seguridad** para proteger los ojos cuando el inspector se expone a partículas que circulan en el aire.
4. **Salva vidas** es esencial cuando se trabaja en el agua.
5. **Mascarilla** protege los pulmones de contaminantes dañinos.
6. **Respirador** protege al inspector de contaminantes dañinos en el aire como residuos arenosos, pintura y excreciones de palomas.
7. **Cinturón de seguridad y arnés** deberán ser usados cuando el inspector trabaja en alturas excesivas.
8. **Gautes** para proteger la mano de eventuales heridas por miembros deteriorados.

#### 2.3.4 Seguridad para ~~escalar~~ trabajos en altura



**Figura 2-8 Actividades de inspección en alturas**

Existen tres áreas básicas de preparación necesaria para una inspección que implica escalar. La primera área básica es la organización de la inspección.

1. Estrategia para escalar, el tiempo de escalar deberá ser minimizado.
2. Plan de inspección, el inspector debe saber exactamente a donde ir, lo que se necesita hacer y el tipo de herramientas necesarias para realizar la labor.
3. Condiciones climáticas, condiciones lluviosas justifican el posponer las inspecciones de puentes de acero.
4. El tráfico no deberá ser obstruido.

**Comentario [Lanamme55]:**  
VER TABLA 5-2, ASPECTO 4  
Revisar normas internacionales para trabajos en altura. Por ejemplo: Normas OSHA de Estados Unidos

La segunda área básica es la inspección del equipo, el cual deberá ser verificado para que su uso y sus condiciones sean apropiados:

1. Escaleras, los accidentes con escaleras son los más comunes
2. Andamiaje, su altura, capacidad de carga, agrietamiento, conexiones sueltas y áreas débiles deberán ser verificadas.
3. Los tablonos de madera, se deberá de usar uno o más tablonos ajustados seguramente, los extremos del tablón deberán ser sujetados a sus apoyos.
4. Los vehículos de inspección, brazos mecánicos superior e inferior deberán ser usados cuando sea posible.
5. Plataformas, el inspector deberá tener conocimientos con las técnicas de plataformas apropiadas sin contar con una confianza extrema en estas.

La tercera área básica que requiere el instructor es estar mentalmente preparado para la inspección que implica escalar. Una buena actitud hacia la seguridad es de vital importancia. Tres precauciones que tienen que ser tomadas en cuenta son:

1. Evitar la angustia emocional- no escalar cuando se esta molesto emocionalmente o cuando se carece de dominio propio.
2. Conciencia de uno mismo, saber siempre donde se encuentra y lo que esta haciendo cuando esta escalando.
3. Seguridad en si mismo, no realizar ninguna acción cuando no se tiene confianza de realizarlas con seguridad y no esconder el hecho de que algo no fue inspeccionado.

### **2.3.5 Espacios confinados**

La inspección de las vigas cajón, secciones circulares de acero, estructuras de celdas de concreto y alcantarillas largas involucra realizar actividades en espacios confinados. Existen tres preocupaciones principales cuando se inspecciona en este tipo de lugares:

1. Falta de oxígeno, el contenido del oxígeno deberá mantenerse por encima de un 19% para que el inspector se mantenga en un estado conciente.
2. Gases tóxicos, generalmente se producen por los procesos de las obras como pintar, quema de materiales y soldar.
3. Gases explosivos, los materiales tales como el gas natural y el metano son producto de la oxidación natural de la materia orgánica.

Cuando un espacio confinado debe ser inspeccionado, algunas precauciones de seguridad básicas deben de ser:

#### **Comentario [Lanamme56]:**

**VER TABLA 5-2, ASPECTO 4**

Revisar normas internacionales para trabajos en espacios confinados. Por ejemplo: Normas OSHA de Estados Unidos

1. Poner a prueba el oxígeno y otros gases en intervalos de 15 minutos.
2. Evitar el uso de líquidos inflamables.
3. Colocar los vehículos de inspección lejos de las áreas de entrada para evitar el humo del monóxido de carbono.
4. Las operaciones que implican el uso de gasolina deben ser realizadas en la dirección del viento de donde está el operador y el equipo de reinspección.
5. Hacer uso de un aparato respirador aprobado cuando el ventilar no es posible o cuando no hay acceso a un equipo de detección.
6. Se requiere una iluminación adecuada y cuerdas de seguridad al ingresar en alcantarillas.
7. La inspección debe ser realizada en parejas con un tercer inspector, el cual permanece fuera de la oscuridad y de lugares confinados.

### 2.3.6 Organización del control de tráfico

Los principios y procedimientos que realzan la seguridad de los conductores y de los inspectores de puentes en áreas de trabajo son las siguientes:

1. La seguridad del tráfico debe ser un elemento de alta prioridad en cada proyecto de inspección de puentes cuando las actividades del inspector están expuestas al tráfico o más dadas a afectar los movimientos de tráfico normal.
2. El tráfico debe tener una ruta a través de las áreas de trabajo con dispositivos geométricos y de control de tráfico, que se pueden comparar a los utilizados para otras situaciones en las carreteras.
3. El movimiento del tráfico debe de ser restringido.
4. Los conductores que se acercan al área de trabajo deben ser guiados de manera clara y segura a través del sitio de inspección de puentes.
5. En las inspecciones de larga duración, se debe de realizar una inspección rutinaria de los dispositivos de control de tráfico.
6. Todas las personas responsables de las operaciones de control de tráfico deben ser entrenadas adecuadamente.

#### **Comentario [Lanamme57]:**

VER TABLA 5-2, ASPECTO 2

Definir un protocolo para control de tránsito en inspecciones, que incluya la coordinación con la Dirección de Ingeniería de Tránsito del MOPT

## Capítulo 3 Información general sobre el inventario e inspección periódica de puentes

### 3.1 Introducción

El sistema de administración de estructuras de puentes es importante ya que permite almacenar información específica y necesaria de los puentes. Este sistema cuenta con dos actividades fundamentales para la investigación, recopilación e introducción de información sobre cada puente, las cuales son: la recolección de datos para inventario y la inspección periódica de puentes.

El inventario de puentes consta de cinco formularios que contienen información general del puente, detalles de la superestructura y la subestructura, imágenes de los planos y fotografías. La información que se introduce dentro del inventario no va a variar sino hasta que alguna de las partes principales del puente sea modificada o el puente sea reemplazado por una nueva estructura. En este último caso se conserva un historial del puente reemplazado.

En cuanto a los datos de inspección, éstos serán almacenados en el momento en que se realice la inspección del puente según los formularios 6 y 7 que forman parte de esta actividad. Los reportes de la hoja de inspección deben ser realizados de una manera muy cuidadosa por el inspector ya que es una parte importante del sistema, estos informes son guardados para ser utilizados como una herramienta administrativa debido a que a partir de los datos recopilados y en conjunto con otra información esencial como lo es la obsolescencia estructural (relaciona la capacidad de carga, geometría de la losa y claro libre vertical superior e inferior), el tránsito promedio diario, el tipo de ruta, la longitud de desvío y otros datos, se determina la deficiencia estructural, priorización de reparación y la estimación del costo bruto de la reparación de los puentes.

La información que se debe introducir en el inventario y la inspección de puentes se menciona más extensamente en el capítulo 4 de este manual.

El inventario de puentes y las actividades de inspección incluyen tres partes generales las cuales son: dimensionamiento del puente, inspección visual y toma de fotografías, estas se describen con más detalle a continuación.

### 3.2 Dimensionamiento de los puentes

Las dimensiones de los puentes es información importante para aspectos tales como el cálculo del costo de reparación, determinar el alcance de la reparación y estimar la capacidad de carga, entre otros. En algunas ocasiones los planos originales no se pueden encontrar en el departamento de puentes, por lo que es necesario realizar el dimensionamiento de los diferentes elementos

#### Comentario [Lanamme58]:

VER TABLA 5-3. ASPECTO 1

En este capítulo se presenta información que se repite en muchas partes del capítulo 4.

Valorar si el contenido del capítulo 3 se puede unificar con la del capítulo 4.



principales del puente. Para realizar esta tarea en puentes de longitudes menores a los 200 metros se puede requerir cerca de una hora o menos. Dentro de las mediciones existen algunas dimensiones que son datos indispensables tales como la longitud total del puente, ancho de la calzada, altura de la viga y el número de vigas principales.

De la figura 3-1 a la figura 3-5 se han preparado algunos gráficos para la conveniencia de los ingenieros e inspectores, ya que esto facilita el registro de las dimensiones de los puentes en el campo y además ayuda a conocer en que puntos es importante tomar las medidas para que no falte ninguna. En caso de que las figuras en este manual no puedan ser aplicadas como estándares para la medición de puentes, los ingenieros o los inspectores deberán definir a cuales elementos del puente es necesario tomarles las dimensiones y adjuntar la información a la hoja de inspección.

### 3.3 Inspección visual del deterioro del puente

La inspección visual que se realiza para la evaluación del deterioro del puente es parte importante de la inspección periódica de los puentes. Los datos son también utilizados para analizar un estimado de los costos de reparación del puente, priorizar la reparación del puente y clasificar el grado de deterioro de estos. Si los datos no son precisos o registrados correctamente, los resultados no son fiables para cumplir el propósito de la administración de puentes. Por lo que, el inspector debe comprender por completo la información que va a recopilar en el registro de los datos de inspección descritos en este manual.

### 3.4 Fotografías

- 1) Las fotografías son datos de información importantes para el mantenimiento de puentes. Los inspectores deben en la medida de lo posible hacer uso de este recurso. Las fotografías tomadas en la inspección de inventario son almacenadas dentro de los datos de inventario. Existen partes esenciales en un puente que deben ser fotografiadas, por lo que de la figura 3-6, se muestran ejemplos de las partes que el inspector no debe olvidar fotografiar cuando se realiza el estudio de inventario, entre estas encontramos: rótulo con el nombre del puente, vista de la vía a los largo de la línea de centro, perspectiva de todo el puente, vista lateral, vista inferior, vista del cauce del río, vista de la subestructura, vista del elemento que cruza el puente, señales, entre otras. De acuerdo con las fotografías para la hoja de inspección están: losa, viga principal, bastiones, pilas, apoyos, juntas de expansión, superficie de rodamiento, barandas.

#### Comentario [Lanamme59]:

##### VER TABLA 5-3, ASPECTO 2

Esta frase podría limitar al inspector, ya que el tiempo de la inspección no solo depende de la longitud del puente sino que del sistema estructural y la facilidad de acceso a los elementos.

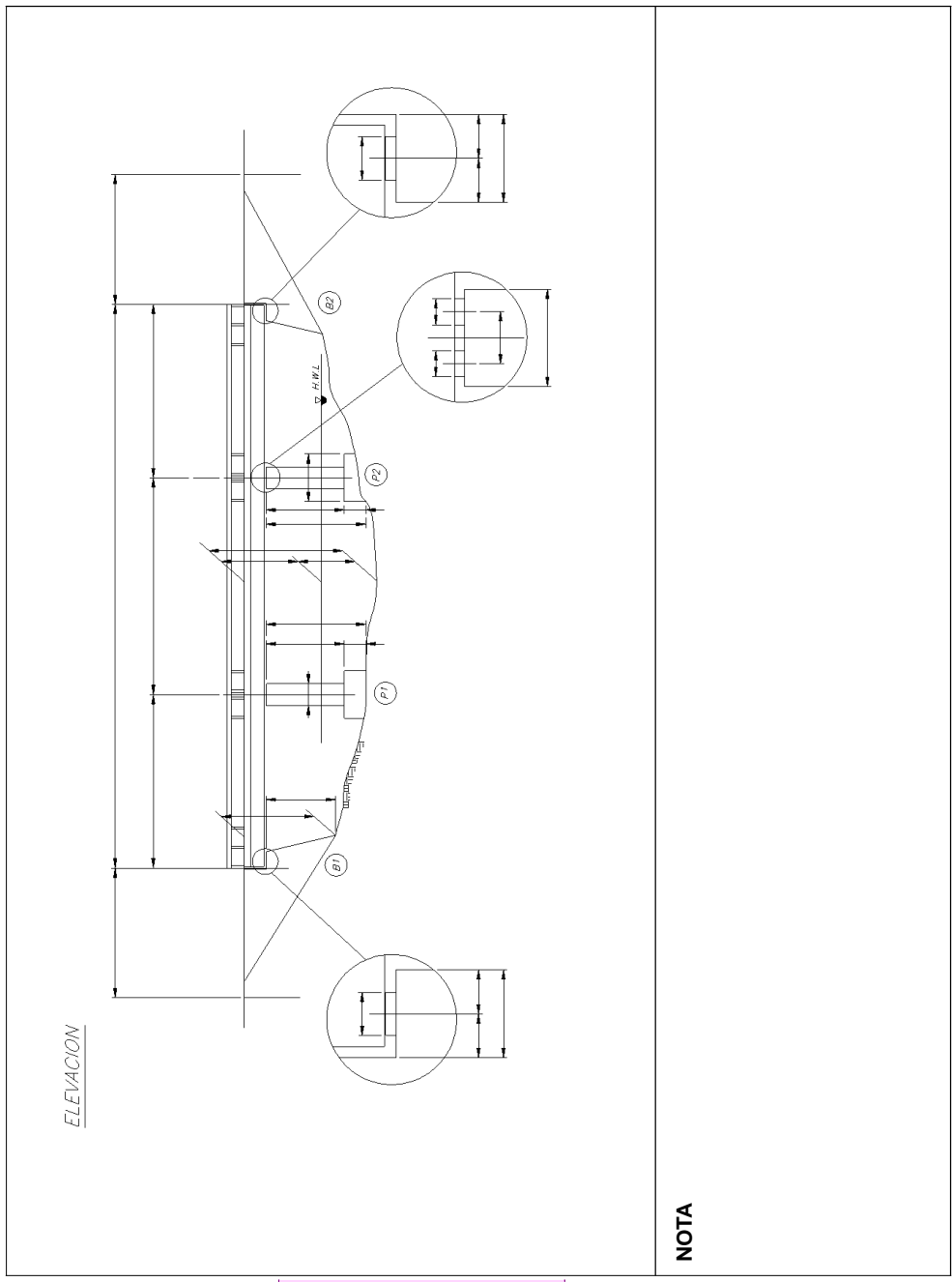
Valorar la eliminación de esta frase

#### Comentario [Lanamme60]:

##### VER TABLA 5-3, ASPECTO 3

Las figuras son ejemplos de esquemas que se pueden utilizar al realizar las mediciones de dimensiones del puente, que al estar en el cuerpo del texto podrían interpretarse su uso como obligatorio aunque el inspector podría realizar esquemas específicos para el puente.

Valorar la posibilidad de colocar estas figuras en un anexo del Manual de Inspección.



**Figura 3-1 Hoja de Medición (Elevación)**

**Comentario [Lanamme61]:**  
**VER TABLA 5-3, ASPECTO 3**  
 Las figuras son ejemplos de esquemas que se pueden utilizar al realizar las mediciones de dimensiones del puente, que al estar en el cuerpo del texto podrían interpretarse su uso como obligatorio aunque el inspector podría realizar esquemas específicos para el puente. Valorar la posibilidad de colocar estas figuras en un anexo del Manual de Inspección.

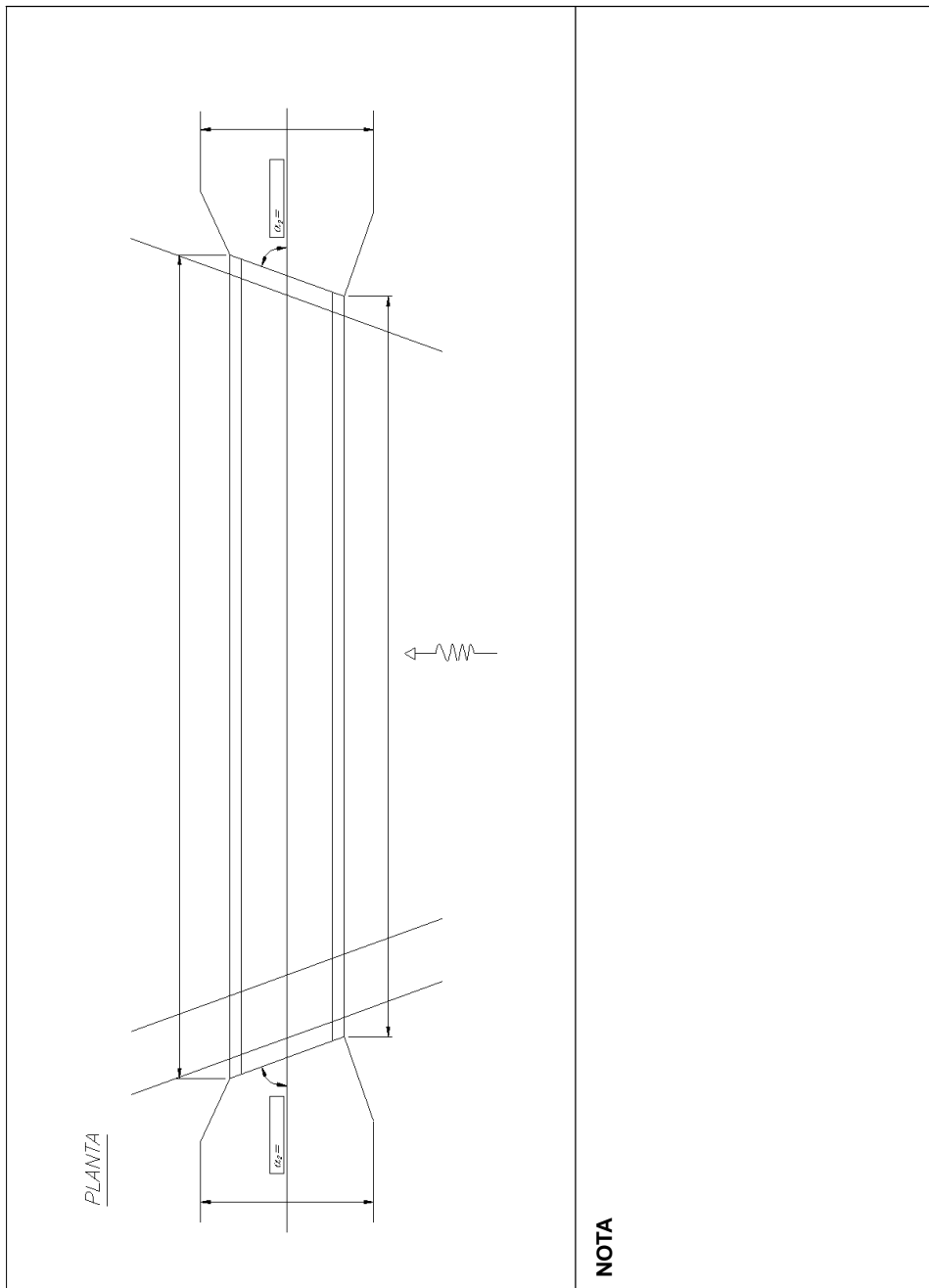


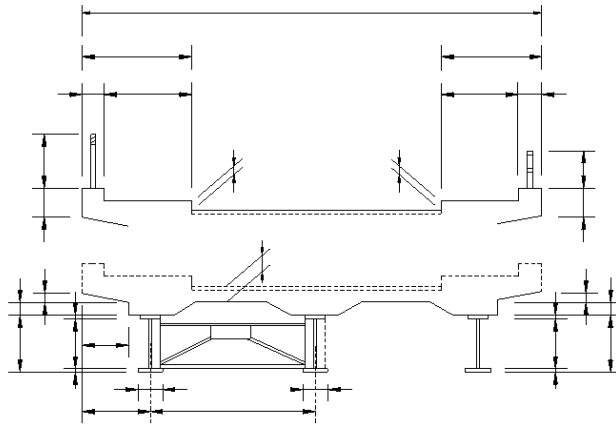
Figura 3-2 Hoja de Medición (Plano)

**Comentario [Lanamme62]:**

VER TABLA 5-3, ASPECTO 3

Las figuras son ejemplos de esquemas que se pueden utilizar al realizar las mediciones de dimensiones del puente, que al estar en el cuerpo del texto podrían interpretarse su uso como obligatorio aunque el inspector podría realizar esquemas específicos para el puente. Valorar la posibilidad de colocar estas figuras en un anexo del Manual de Inspección.

SECCIÓN TRANSVERAL - PUENTE METALICO



Número de vigas:

Número de viguetas:

Número de diafragmas:

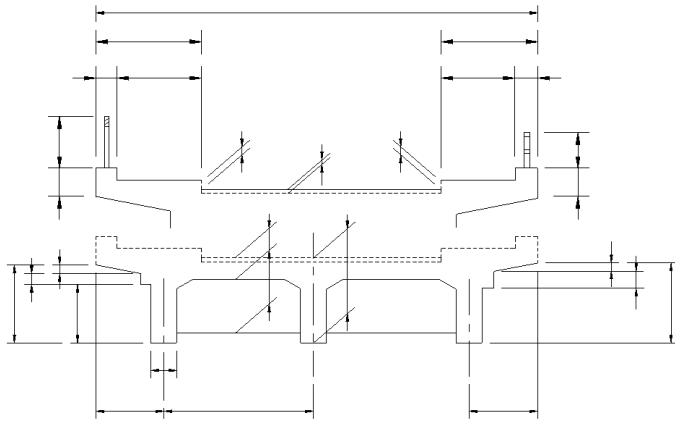
Figura 3-3 Hoja de Medición (Sección Transversal para Puente de Acero)

**Comentario [Lanamme63]:**

VER TABLA 5-3, ASPECTO 3

Las figuras son ejemplos de esquemas que se pueden utilizar al realizar las mediciones de dimensiones del puente, que al estar en el cuerpo del texto podrían interpretarse su uso como obligatorio aunque el inspector podría realizar esquemas específicos para el puente. Valorar la posibilidad de colocar estas figuras en un anexo del Manual de Inspección.

SECCIÓN TRANSVERAL – PUENTE DE HORMIGÓN



Número de vigas:

Número de diafragmas:

Figura 3-4 Hoja de Medición (Sección Transversal para Puente de Concreto)

**Comentario [Lanamme64]:**

**VER TABLA 5-3, ASPECTO 3**

Las figuras son ejemplos de esquemas que se pueden utilizar al realizar las mediciones de dimensiones del puente, que al estar en el cuerpo del texto podrían interpretarse su uso como obligatorio aunque el inspector podría realizar esquemas específicos para el puente. Valorar la posibilidad de colocar estas figuras en un anexo del Manual de Inspección.

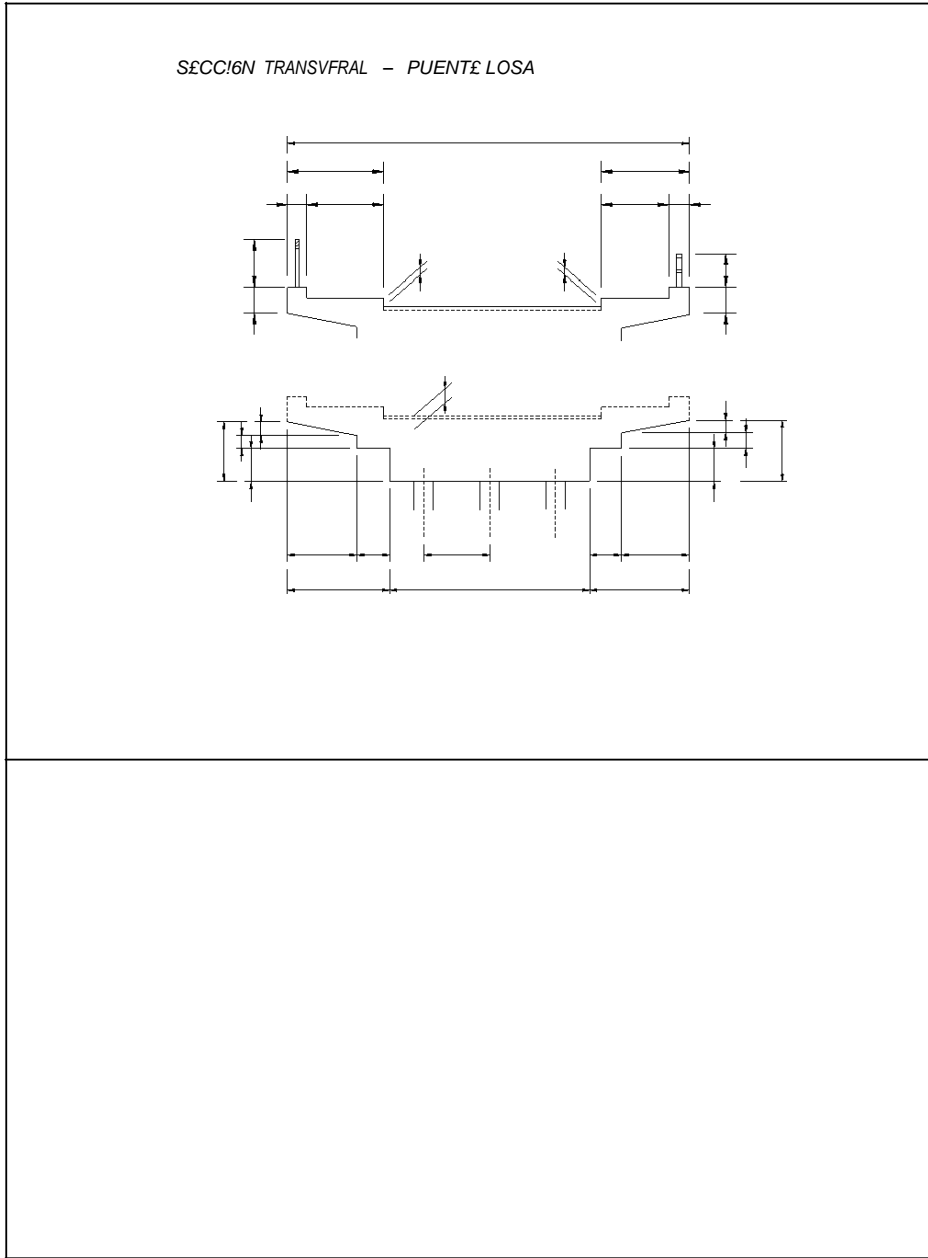
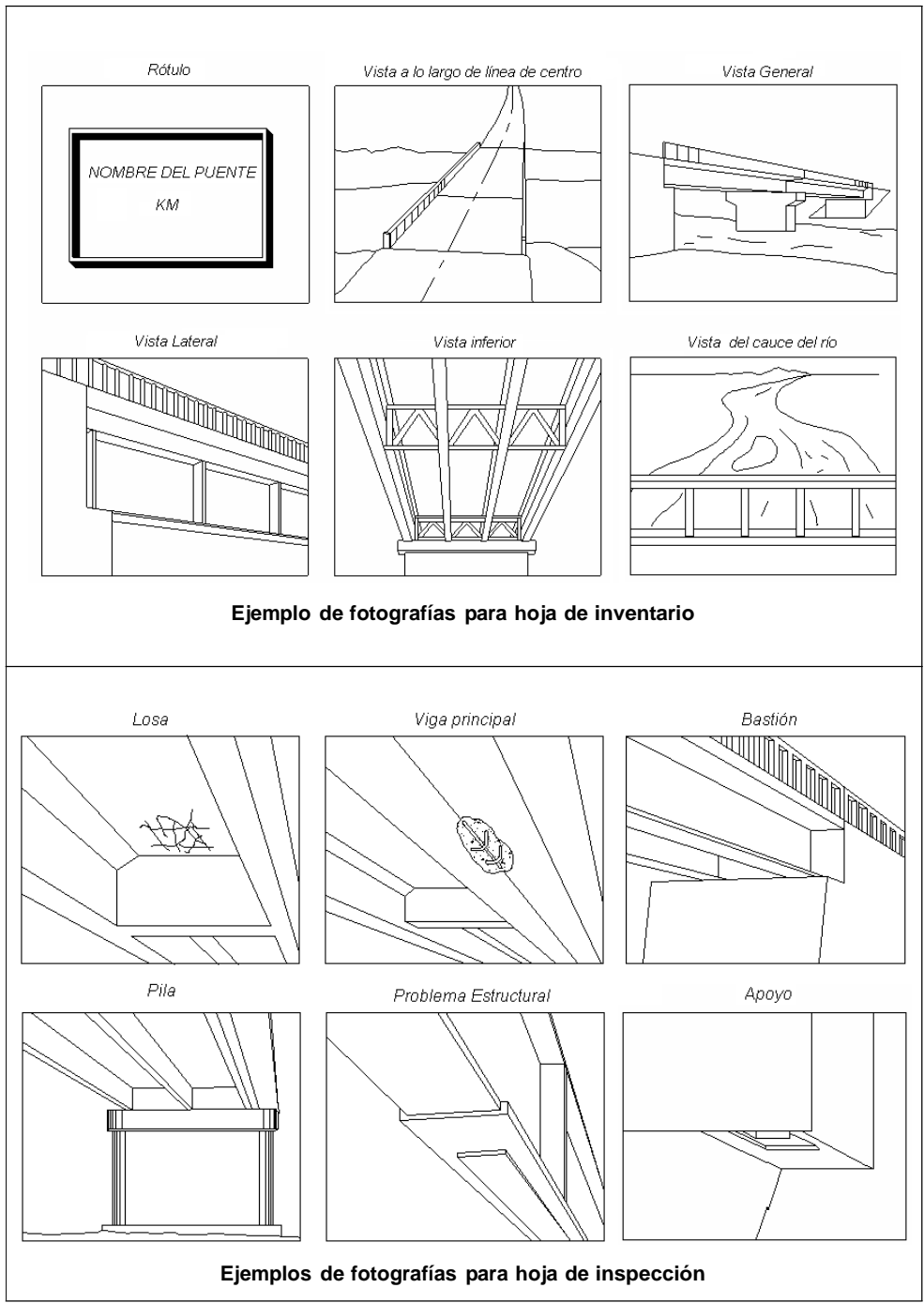


Figura 3-5 Hoja de Medición para Losas de Puente

**Comentario [Lanamme65]:**

VER TABLA 5-3, ASPECTO 3

Las figuras son ejemplos de esquemas que se pueden utilizar al realizar las mediciones de dimensiones del puente, que al estar en el cuerpo del texto podrían interpretarse su uso como obligatorio aunque el inspector podría realizar esquemas específicos para el puente. Valorar la posibilidad de colocar estas figuras en un anexo del Manual de Inspección.



**Figura 3-6 Guía para las fotografías**

## Capítulo 4 Descripción de los formularios de inventario e inspección de puentes

### 4.1 Introducción

Para el inventario y la inspección de puentes se recopilan datos sobre generalidades del puente, estado en que se encuentra actualmente, reparaciones que se han realizado, entre otras. Para obtener información real y estandarizada estos informes deben ser claros y completados según los formularios de inventario e inspección estándar respectivamente, lo que permitirá que se cuente con un archivo de registro con el mismo formato de información para cada puente.

El sistema cuenta con divisiones en las cuales los documentos son almacenados en un orden específico. Estas divisiones o pestañas del programa son las siguientes: elementos básicos, dimensiones del camino, superestructura, subestructura y otros. Dentro de la división de otros se almacenan comentarios, archivos de memoria de inspección y archivos de memorias de los trabajos de reparación.

Los archivos de memorias de inspección contienen fotografías y la calificación del grado de deterioro de los elementos inspeccionados. Los datos se incorporan directamente en una pantalla de entrada. Las instrucciones de evaluación de daños se van a describir paso a paso en este capítulo.

### 4.2 Formularios

Los formularios son hojas donde se recopila la información necesaria de cada puente, luego de realizar la recolección de los datos, éstos deben ser almacenados en el archivo correspondiente del sistema. Los datos y la información requerida para los formularios del uno al siete se describen a continuación, los formularios del uno al cinco son para los datos de inventario y del seis al siete son para el registro de inspección de puentes. Cada uno de los formularios en la parte superior contiene tres filas con información general del puente, es la misma información general para cada formulario, (nombre del puente, número de ruta, clasificación de la ruta, kilómetro de inicio del puente, localización por provincia, cantón y distrito, localización por coordenadas, nombre de la institución encargada del mantenimiento, fecha de diseño del puente y fecha de construcción).

#### 4.2.1 Formulario-1 Inventario básico del puente. Características generales

Este formulario presenta datos de información general del puente y se divide en siete partes. La primera es la información básicos que sería, dirección de la vía, tipo de estructura, tipo de carga viva, longitud total del puente, especificación de diseño utilizada, número de superestructuras,

#### Comentario [Lanamme66]:

VER TABLA 5-4, ASPECTO 1

En este capítulo se presenta información que se repite en muchas partes del capítulo 3.

Valorar si el contenido del capítulo 4 se puede unificar con el contenido del capítulo 3.



número de tramos, número de subestructuras, longitud de desvío, pendiente longitudinal, fecha de la última pintura, servicios públicos, cruce, pavimento, conteo de tráfico y restricciones. La segunda parte corresponde a las dimensiones. La tercera parte son los antecedentes de inspección y la cuarta parte se refiere a los antecedentes de rehabilitación. La quinta parte es la ubicación del puente, la sexta parte es la vista panorámica del puente y por último la séptima parte que corresponde a una casilla con observaciones para anotaciones de datos importantes.

#### **4.2.2 Formulario-2 Inventario básico del puente. Detalle de superestructura**

La información relevante de la superestructura se registra en este formulario. Este formulario consta de una tabla que detalla los datos de cada superestructura del puente. Con respecto al número de superestructuras que se incluyó en el formulario anterior se describe primero el número de tramos con que cuenta la superestructura correspondiente, la alineación de la planta, el tipo de material de las vigas principales, el tipo de superestructura, el tipo de viga, la longitud total, la longitud del tramo máximo, altura de la viga, tipo de juntas de expansión al inicio y final, material y espesor de la losa, tipo de pintura utilizada en el caso de vigas de acero, área pintada y empresa encargada de pintar. Las diferentes opciones para completar la información del formulario se mencionan más adelante.

#### **4.2.3 Formulario-3 Inventario básico del puente. Detalle de subestructura**

La información de la subestructura se almacena y se recopila en este formulario. Sobre el bastión y la pila se introduce el tipo de material, tipo de bastión o pila, altura, sobre la pila la forma de la columna y dimensiones, sobre la fundación el tipo, dimensiones y si existen pilotes se especifica el tipo, además el tipo de apoyo y el ancho de asiento. El tipo de materiales, el tipo de estructura, tipo de apoyo en cada subestructura y demás información se indican en la guía de recopilación en este manual.

#### **4.2.4 Formulario-4 Inventario básico del puente. Planos**

Si los planos constructivos están disponibles deben ser escaneados y almacenados en este formulario. En el caso de que algún plano no exista, deben escanearse esquemas con dimensiones del puente incluyendo la longitud, componentes, geometría de la losa, altura de la subestructura y otras notas especiales.

#### **4.2.5 Formulario-5 Inventario básico del puente. Fotografías**

Se deben recopilar para este formulario fotografías que muestren características típicas del puente. El inspector debe proveer fotografías digitales a color de 400 puntos x 600 puntos de

cada puente para el archivo de inventario. Cuando se realicen reparaciones grandes las fotografías deben ser renovadas.

Las siguientes fotografías deben estar presentes en el momento de la recopilación de las mismas:

- 2) Rótulo con el nombre del puente. Si no existe un rótulo en el puente, el inspector deberá anotar el nombre del puente en un papel y tomarle una fotografía a éste.
- 3) Vista de la vía a los largo de la línea de centro, la dirección debe ser en el sentido creciente del estacionamiento y se debe mostrar la condición de la superficie de rodamiento.
- 4) Perspectiva de todo el puente en donde se muestren las condiciones generales de los miembros principales.
- 5) Vista lateral en donde se pueda observar el tipo de viga principal.
- 6) Vista inferior donde se observe el sistema de piso, arriostamiento o diafragmas.
- 7) Vista desde la parte superior del puente donde se muestre el cauce del río y las condiciones para cruzar debajo del puente.
- 8) Vista de la subestructura que incluye el bastión, la pila y apoyos.
- 9) Vista del elemento que cruza el puente ya sea un río, camino o vía férrea.
- 10) Señales de límites de peso, carga, altura máxima, ancho, entre otras. Las señales deben verse legibles en las fotografías.

Además de los lugares mencionados anteriormente, también se deben tomar fotos del puente en sitios donde se presenten condiciones especiales y el inspector crea necesario.

#### **4.2.6 Formulario-6 Inspección del puente. Grado de daño**

Con respecto a las condiciones de grado de deterioro se debe realizar la inspección con este formulario. En la guía de codificación de este manual se describe el criterio de evaluación para el grado de daño en cada elemento del puente. El formulario debe ser completado según cada componente del puente, por ejemplo si el puente consiste en tres tipos de superestructuras, cerchas de acero, vigas I de acero y losa de concreto, el inspector debe preparar tres tipos de memorias del formulario 6 y 7 para cada componente. El registro de los daños debe ser renovado cada vez que se lleve a cabo una nueva inspección.

La calificación de los grados de deterioro ayudan en la planificación de las reparaciones necesarias. El grado de daño es la calificación dada por el inspector de campo a los componentes del puente. Se les asigna ese número objetivamente y no por criterios personales u opiniones, deben ser consistentes entre inspectores, es decir debe ser la misma calificación, para dar la misma deficiencia estructural del elemento.

El grado de deterioro es la medida del daño o deterioro y no es una medida de deficiencia de diseño. Por ejemplo, un puente viejo diseñado con baja capacidad de carga pero con un poco

deterioro o sin deterioro puede tener una buena calificación con respecto a un puente nuevo diseñado con las cargas modernas pero con deterioro que tendrá una calificación menor.

Hay quince elementos que se evalúan en el formulario 6, cada uno de estos enumera de tres a nueve condiciones de deterioro. Estos elementos son pavimento, baranda de acero o concreto, juntas de expansión, losa, viga principal de acero, sistema de arriostamiento, pintura, viga principal de concreto, viga diafragma, cuerpo principal del bastión, martillo de la pila y cuerpo principal de la pila. Cada elemento está basado en consideraciones independientes. Esto quiere decir que un elemento que pertenezca a la superestructura y obtenga un grado de deterioro alto, no implica necesariamente que la superestructura en general se encuentre en malas condiciones.

El formulario-6 tiene un espacio para los comentarios, estas observaciones se requieren para cualquier grado de daño de 4 o 5. Se dan más detalles del grado de deterioro para cada elemento en la guía de recopilación.

#### **4.2.7 Formulario-7 Inspección del puente. Fotografías**

Las fotografías en este formulario deben corresponder a las condiciones de deterioro del formulario-6 y este formulario debe renovarse cuando la inspección se lleva a cabo. No sólo se deben almacenar las fotografías de los elementos con mayores daños sino también los elementos con deterioro menor.

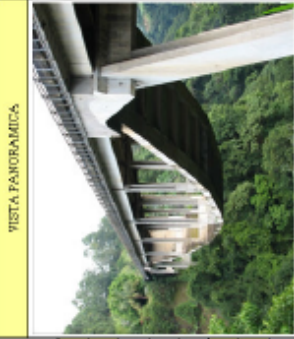
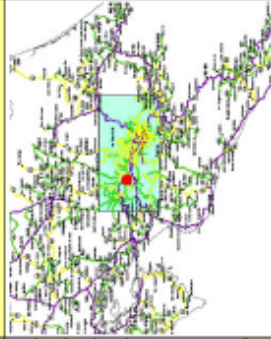
Las fotografías de este formulario deben incluir:

- 1) Las juntas de expansión. Si las juntas de expansión están cubiertas por sobrecapas de pavimento, se debe fotografiar el área donde se conoce que deben estar las juntas de expansión.
- 2) Los apoyos del puente. Si no hay apoyos en el puente, se debe fotografiar el límite entre la superestructura y la subestructura.
- 3) Vista inferior del puente para que se observe la condición de la losa y el sistema de piso.
- 4) Los bastiones del puente.
- 5) Se debe fotografiar el talud de aproximación al aletón del bastión mostrando la erosión de la pendiente.
- 6) El talud de protección al frente del bastión.
- 7) Las pilas del puente. Cualquier socavación o erosión significativa debe ser fotografiada.
- 8) Si el pavimento del puente ha sido reparado con sobrecapas de asfalto, se debe examinar el espesor de la sobrecapa de pavimento y se deben tomar fotografías mostrando la medida.
- 9) Baranda, si se observa alguna deformación o faltante de elementos.

Con respecto a las fotografías para la inspección, aquí se deben incluir fotos de todos los elementos que presenten los daños o deterioros descritos y evaluados en la hoja de inspección; no se debe limitar a las descripciones mencionadas anteriormente, sino se debe tomar fotografías de los rasgos que a criterio del inspector sean problemas estructurales, inusuales, peligrosos, o pobremente reparados.

**Formulario-1 Inventario básico del puente. Características generales**

<b>INVENTARIO BÁSICO DE PUENTES</b>		Río Colorado		01	Provincia ALAJUELA		Región I CONAHI		DÍA		MES		AÑO							
NOMBRE DEL PUENTE		Río Colorado		01	LOCALIDAD (CANTON)		LAJUNTA		DÍA		MES		AÑO							
Nº DE LA RUTA		1		Permanente	LOCALIDAD (CANTON)		LAJUNTA		DÍA		MES		AÑO							
KILOMETRO		34,270		km	DISTRITO		FUENTE DE PIEDRA		DÍA		MES		AÑO							
<b>ELEMENTOS BÁSICOS</b>																				
DIRECCION DE LA VIA HACIA		BUCARO			ANCHO TOTAL		10,000		m		CALZADA		8,500		m					
TIPO DE ESTRUCTURA		Puentes			ITEMS		1		2		3		4		5		6		7	
CARGA VIVA		H20-44			W(%)		0,300		0,600		4,200		0,600		4,200		0,600		0,300	
LONGITUD TOTAL		204,00		m	R(%)		0,400		0,350		0,240		0,000		0,240		0,350		0,400	
ESPECIFICACION		AASBO 1998 E4			No. DE SUPER ESTRUCTURA		3													
No. DE TRABAJOS		10			No. DE SUB ESTRUCTURA		6													
LONGITUD DE DISEÑO		31		90	%		31		90		%									
PENDIENTE LONGITUDINAL					ALTIMETRIA		LIBRE		SUPERIOR		INFERIOR		WAFROX		13,4		%			
FECHA DE ULT. PINTURA					ANTECEDENTES DE INSPECCION															
SERVICIOS		1		3	DÍA		MES		AÑO		INSPECTOR		TIPO DE INSPECCION							
PUEBLOS		2		4	DÍA		MES		AÑO		Gabrielis Muñoz		Inspección Inicializada							
CRUZA SOBRE		1		Río Colorado	DÍA		MES		AÑO		Carmen Viquez		Inspección Finalizada							
TIPO		2			ANTECEDENTES DE REHABILITACION															
PAVIMENTO		ORIGINAL		20	DÍA		MES		AÑO		ELEMENTOS		RESUMEN DE CONTRAHEIDAS							
ESPESOR		SOLERA		60	DÍA		MES		AÑO		Pavimento		Detalle al daño severo se paralizó							
AÑO		2003		Year	DÍA		MES		AÑO		10		12		2016					
TOTAL DE VEHICULOS DE TRAFICO		12,355		Cav	DÍA		MES		AÑO		10		12		2016					
% DE VEHICULOS PESADOS		13,00		%	DÍA		MES		AÑO		10		12		2016					
RESTRICCIONES		POR CARGA		15,0	DÍA		MES		AÑO		10		12		2016					
POR ALTURA		4,5		m	DÍA		MES		AÑO		10		12		2016					
POR ANCHO		6,0		m	DÍA		MES		AÑO		10		12		2016					



**OBSERVACIONES**  
 Detalle de inspección de la subestructura ubicada a la ubicación mencionada.

**Comentario [Lanamme67]:**  
 VER TABLA 5-5, ASPECTO 11; TABLA 5-6, ASPECTOS 1 Y 2; TABLA 6-1, ASPECTO 1  
 Se considera que este ejemplo no es aplicable conforme a los criterios de evaluación del SAEP, los cuales están enfocados en puentes tipo losa de concreto sobre vigas.  
 El puente Rafael Yglesias es un puente con una estructura especial y parece estar fuera de los alcances del programa SAEP.

Formulario-2 Inventario básico del puente. Detalle de superestructura

INVENTARIO BÁSICO DE PUENTES (DETALLE DE SUPERESTRUCTURA)																
NOMBRE DEL PUENTE		No. de Ruta		BO		FRECUENCIA		ALCALDIA		ADMINISTRADO POR		BENEFICARIO		AÑO		
		1		2		3		4		5		6		7		
No. de la Ruta		Clasificación		Parámetro		Localidad		Cantón		Municipio		Municipio		Municipio		
Kilómetro		9420		km		Distrito		Frente de Piedra		Longitud Este		Longitud Norte		Fecha de Diseño		
		3420		km		Distrito		Frente de Piedra		Longitud Este		Longitud Norte		Fecha de Diseño		
No. de la Ruta		Clasificación		Parámetro		Localidad		Cantón		Municipio		Municipio		Municipio		
Kilómetro		9420		km		Distrito		Frente de Piedra		Longitud Este		Longitud Norte		Fecha de Diseño		
No. de Super Estructura	No. de Tramos	Alimentación de Planta		Materiales		Superestructura		TPV3		Longitud Total		Tramo Máximo		No. de Vueltas		Altura
		Alimentación de Planta		Materiales		Superestructura		TPV3		Longitud Total		Tramo Máximo		No. de Vueltas		
1	2	Pavto		Concreto Prestresado		Viga continua		Vga T		4000		2500		4		1,30
2	3	Bata		Acero		Viga continuo		Vga I		4000		2500		4		1,30
3	2	Bata		Acero		Viga continuo		Vga I		4000		2500		4		1,30
4	2	Bata		Acero		Viga continuo		Vga I		4000		2500		4		1,30
5	2	Pavto		Concreto Reforzado		Viga continua		Vga I		4000		2500		4		1,30
No. de Super Estructura	Tipo de Juntas de Expansión		Loga		Espesor		Tipo de Puntura		Área Pintada		Fecha de Ult. Pintura		Empresa Encargada			
	Ubicación Inicial		Ubicación Final		Materiales		Espesor		Tipo de Puntura		Área Pintada		Fecha de Ult. Pintura		Empresa Encargada	
1	Junta abierta	Junta abierta	Concreto	0,13	Concreto	0,13	Concreto	m2								
2	Junta abierta	Junta abierta	Concreto	0,13	Concreto	0,13	Concreto	m2								
3	Junta abierta	Junta abierta	Concreto	0,13	Concreto	0,13	Concreto	m2								
4	Junta abierta	Junta abierta	Concreto	0,13	Concreto	0,13	Concreto	m2								
5	Junta abierta	Junta abierta	Concreto	0,13	Concreto	0,13	Concreto	m2								

Formulario-3 Inventario básico del puente. Detalle de subestructura

INVENTARIO BÁSICO DE PUENTES (DETALLE DE SUBESTRUCTURA)														
NOMBRE DEL PUENTE	Río Colorado		01		PROVINCIA	ALAJUELA	ADMINISTRADO POR		Región JCOMAVI		FECHA DE DISEÑO	DÍA	MES	AÑO
	Nº DE LA RUTA	CLASIFICACION	Principio	Fin			LOCALIDAD	CANTON	ORIENTA	LATITUD NORTE				
KILOMETRO	34.270		km		CANTON	DISTRITO	FUENTE DE PIEDRA	LONGITUD ESTE		FECHA DE COMIENZO DE CONSTRUCCION		15	9	1974
Nº DE	BASION - FILA			FILA			FUNDACION			ARCOYO				
	MATERIALES	TIPO	ALTURA	FORMA	DIMENSIONES ANCHO	DIMENSIONES LARGO	TIPO	DIMENSIONES ANCHO	DIMENSIONES LARGO	TIPO DE PILOTES	TIPO INICIAL	TIPO FINAL	ANCHO DE ASIENTO	
E1	Concreto	Muro rígido	10.00 m		m	m	Placa corrida	3.13 m	3.65 m		Fijo		0.61 m	
E2	Concreto	Muro rígido	10.00 m		m	m	Placa corrida	1.33 m	2.44 m		Fijo		0.66 m	
E3	Concreto	Muro rígido	12.00 m	Columna sencilla	0.91 m	0.91 m	Placa corrida	3.13 m	3.05 m		Expansivo	Expansivo	0.42 m	
E4	Concreto	Muro rígido	13.00 m	Columna sencilla	0.91 m	0.91 m	Placa corrida	3.13 m	3.05 m		Expansivo	Expansivo	0.42 m	

Formulario-4 Inventario básico del puente. Planos

INVENTARIO BÁSICO DE PUENTES (PLANOS)									
NOMBRE DEL PUENTE		No. Ciberado		01		ADMINISTRADO POR		Región LOCUMAY	
NO. DE LA ZUTA	CLASIFICACION	PROVINCIA	CANTON	LOCALIDAD	TIPO DE PUENTE	LONGITUD EN M.	ANCHO EN M.	FECHA DE DISEÑO	FECHA DE COMPLECIÓN DE CONSTRUCCIÓN
3420	km	VERGARA	VERGARA	VERGARA	PUENTE DE PIEDRA	84	21	21.4 "	15 9 1974

NO. 1	1	1
NO. 2	1	1
NO. 3	1	1
NO. 4	1	1
NO. 5	1	1
NO. 6	1	1
NO. 7	1	1
NO. 8	1	1
NO. 9	1	1
NO. 10	1	1
NO. 11	1	1
NO. 12	1	1
NO. 13	1	1
NO. 14	1	1
NO. 15	1	1
NO. 16	1	1
NO. 17	1	1
NO. 18	1	1
NO. 19	1	1
NO. 20	1	1
NO. 21	1	1
NO. 22	1	1
NO. 23	1	1
NO. 24	1	1
NO. 25	1	1
NO. 26	1	1
NO. 27	1	1
NO. 28	1	1
NO. 29	1	1
NO. 30	1	1
NO. 31	1	1
NO. 32	1	1
NO. 33	1	1
NO. 34	1	1
NO. 35	1	1
NO. 36	1	1
NO. 37	1	1
NO. 38	1	1
NO. 39	1	1
NO. 40	1	1
NO. 41	1	1
NO. 42	1	1
NO. 43	1	1
NO. 44	1	1
NO. 45	1	1
NO. 46	1	1
NO. 47	1	1
NO. 48	1	1
NO. 49	1	1
NO. 50	1	1
NO. 51	1	1
NO. 52	1	1
NO. 53	1	1
NO. 54	1	1
NO. 55	1	1
NO. 56	1	1
NO. 57	1	1
NO. 58	1	1
NO. 59	1	1
NO. 60	1	1
NO. 61	1	1
NO. 62	1	1
NO. 63	1	1
NO. 64	1	1
NO. 65	1	1
NO. 66	1	1
NO. 67	1	1
NO. 68	1	1
NO. 69	1	1
NO. 70	1	1
NO. 71	1	1
NO. 72	1	1
NO. 73	1	1
NO. 74	1	1
NO. 75	1	1
NO. 76	1	1
NO. 77	1	1
NO. 78	1	1
NO. 79	1	1
NO. 80	1	1
NO. 81	1	1
NO. 82	1	1
NO. 83	1	1
NO. 84	1	1
NO. 85	1	1
NO. 86	1	1
NO. 87	1	1
NO. 88	1	1
NO. 89	1	1
NO. 90	1	1
NO. 91	1	1
NO. 92	1	1
NO. 93	1	1
NO. 94	1	1
NO. 95	1	1
NO. 96	1	1
NO. 97	1	1
NO. 98	1	1
NO. 99	1	1
NO. 100	1	1

E.C. VILLALBA






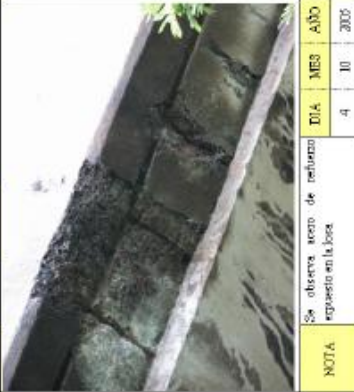
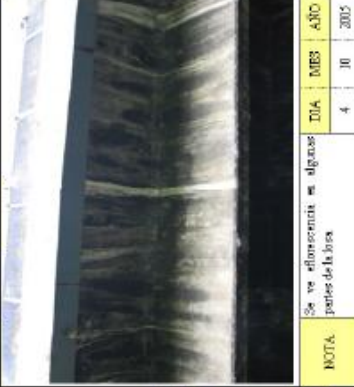
Formulario-5 Inventario básico del puente. Fotografías

INVENTARIO BÁSICO DE PUENTES (FOTOS)									
NOMBRE DEL PUENTE		No. de la Ruta		Kilómetro		PROVINCIA ALAQUELA		ADMISTRADO POR	
Río Colorado		1		34270 km		CANTON GIBCHA		Región 1 CONAYVI	
No. de la Ruta		Clasificación		Parámetro		LOCALIDAD		LARGUENORTE	
1		34270		km		FUENTE DE PIEDRA		10	
UBICACION		UBICACION		UBICACION		UBICACION		UBICACION	
1		2		3		4		5	
Fotografía		Fotografía		Fotografía		Fotografía		Fotografía	
No. 1		No. 2		No. 3		No. 4		No. 5	
FECHA DE INICIO DE CONSTRUCCION		FECHA DE INICIO DE CONSTRUCCION		FECHA DE INICIO DE CONSTRUCCION		FECHA DE INICIO DE CONSTRUCCION		FECHA DE INICIO DE CONSTRUCCION	
15		15		15		15		15	
MES		MES		MES		MES		MES	
7		7		7		7		7	
AÑO		AÑO		AÑO		AÑO		AÑO	
1998		1998		1998		1998		1998	
DIA		DIA		DIA		DIA		DIA	
1		1		1		1		1	
MAY		MAY		MAY		MAY		MAY	
15		15		15		15		15	
AÑO		AÑO		AÑO		AÑO		AÑO	
1974		1974		1974		1974		1974	
UBICACION		UBICACION		UBICACION		UBICACION		UBICACION	
3		3		3		3		3	
Vista General		Vista General		Vista General		Vista General		Vista General	
No. 1		No. 2		No. 3		No. 4		No. 5	
NOTA		NOTA		NOTA		NOTA		NOTA	
DIA		DIA		DIA		DIA		DIA	
4		4		4		4		4	
MAY		MAY		MAY		MAY		MAY	
10		10		10		10		10	
AÑO		AÑO		AÑO		AÑO		AÑO	
2005		2005		2005		2005		2005	
Vista lateral, viga principal		Vista lateral, viga principal		Vista lateral, viga principal		Vista lateral, viga principal		Vista lateral, viga principal	
No. 4		No. 5		No. 6		No. 7		No. 8	
NOTA		NOTA		NOTA		NOTA		NOTA	
DIA		DIA		DIA		DIA		DIA	
4		4		4		4		4	
MAY		MAY		MAY		MAY		MAY	
10		10		10		10		10	
AÑO		AÑO		AÑO		AÑO		AÑO	
2005		2005		2005		2005		2005	
Vista desde el río		Vista desde el río		Vista desde el río		Vista desde el río		Vista desde el río	
No. 6		No. 7		No. 8		No. 9		No. 10	
NOTA		NOTA		NOTA		NOTA		NOTA	
DIA		DIA		DIA		DIA		DIA	
4		4		4		4		4	
MAY		MAY		MAY		MAY		MAY	
10		10		10		10		10	
AÑO		AÑO		AÑO		AÑO		AÑO	
2005		2005		2005		2005		2005	

Formulario-6 Inspección del puente. Grado de daño

INSPECCIÓN DE FUENTES ( GRADO DE DAÑO )										NO. DE ESTRUCTURA			
NOMBRE DEL FUENTE		R.O. Código		01		PROVINCIA		ALAJUELA		ADMINISTRADO POR		Región I DOMINICANA	
No. DE LA RUTA	CLASIFICACION	Período	LOCALIDAD	CANTON	CANTON	CANTON	CANTON	CANTON	CANTON	CANTON	CANTON	CANTON	CANTON
KILOMETRO	3470	km	3470	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km
ITEM	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION
1. PAVIMENTO	1. OBRAS EN REPARACION	2. AGRIETAMIENTO	3. AGRIETAMIENTO	4. BACHE	5. SOBRECARGAS DE ASFALTO	6. AGRIETAMIENTO	7. AGRIETAMIENTO	8. AGRIETAMIENTO	9. AGRIETAMIENTO	10. AGRIETAMIENTO	11. AGRIETAMIENTO	12. AGRIETAMIENTO	13. AGRIETAMIENTO
2. BARRANDA (ACERO)	1. OBRAS EN REPARACION	2. OBRAS EN REPARACION	3. OBRAS EN REPARACION	4. OBRAS EN REPARACION	5. OBRAS EN REPARACION	6. OBRAS EN REPARACION	7. OBRAS EN REPARACION	8. OBRAS EN REPARACION	9. OBRAS EN REPARACION	10. OBRAS EN REPARACION	11. OBRAS EN REPARACION	12. OBRAS EN REPARACION	13. OBRAS EN REPARACION
3. BARRANDA (CONCRETO)	1. OBRAS EN REPARACION	2. OBRAS EN REPARACION	3. OBRAS EN REPARACION	4. OBRAS EN REPARACION	5. OBRAS EN REPARACION	6. OBRAS EN REPARACION	7. OBRAS EN REPARACION	8. OBRAS EN REPARACION	9. OBRAS EN REPARACION	10. OBRAS EN REPARACION	11. OBRAS EN REPARACION	12. OBRAS EN REPARACION	13. OBRAS EN REPARACION
4. JUNTA DE EXPANSION	1. OBRAS EN REPARACION	2. OBRAS EN REPARACION	3. OBRAS EN REPARACION	4. OBRAS EN REPARACION	5. OBRAS EN REPARACION	6. OBRAS EN REPARACION	7. OBRAS EN REPARACION	8. OBRAS EN REPARACION	9. OBRAS EN REPARACION	10. OBRAS EN REPARACION	11. OBRAS EN REPARACION	12. OBRAS EN REPARACION	13. OBRAS EN REPARACION
5. LOSA	1. OBRAS EN REPARACION	2. OBRAS EN REPARACION	3. OBRAS EN REPARACION	4. OBRAS EN REPARACION	5. OBRAS EN REPARACION	6. OBRAS EN REPARACION	7. OBRAS EN REPARACION	8. OBRAS EN REPARACION	9. OBRAS EN REPARACION	10. OBRAS EN REPARACION	11. OBRAS EN REPARACION	12. OBRAS EN REPARACION	13. OBRAS EN REPARACION
6. VIGA PRINCIPAL DE ACERO	1. OBRAS EN REPARACION	2. OBRAS EN REPARACION	3. OBRAS EN REPARACION	4. OBRAS EN REPARACION	5. OBRAS EN REPARACION	6. OBRAS EN REPARACION	7. OBRAS EN REPARACION	8. OBRAS EN REPARACION	9. OBRAS EN REPARACION	10. OBRAS EN REPARACION	11. OBRAS EN REPARACION	12. OBRAS EN REPARACION	13. OBRAS EN REPARACION
7. SISTEMA DE AGRIETAMIENTO	1. OBRAS EN REPARACION	2. OBRAS EN REPARACION	3. OBRAS EN REPARACION	4. OBRAS EN REPARACION	5. OBRAS EN REPARACION	6. OBRAS EN REPARACION	7. OBRAS EN REPARACION	8. OBRAS EN REPARACION	9. OBRAS EN REPARACION	10. OBRAS EN REPARACION	11. OBRAS EN REPARACION	12. OBRAS EN REPARACION	13. OBRAS EN REPARACION
8. PINTURA	1. OBRAS EN REPARACION	2. OBRAS EN REPARACION	3. OBRAS EN REPARACION	4. OBRAS EN REPARACION	5. OBRAS EN REPARACION	6. OBRAS EN REPARACION	7. OBRAS EN REPARACION	8. OBRAS EN REPARACION	9. OBRAS EN REPARACION	10. OBRAS EN REPARACION	11. OBRAS EN REPARACION	12. OBRAS EN REPARACION	13. OBRAS EN REPARACION
9. VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO	1. OBRAS EN REPARACION	2. OBRAS EN REPARACION	3. OBRAS EN REPARACION	4. OBRAS EN REPARACION	5. OBRAS EN REPARACION	6. OBRAS EN REPARACION	7. OBRAS EN REPARACION	8. OBRAS EN REPARACION	9. OBRAS EN REPARACION	10. OBRAS EN REPARACION	11. OBRAS EN REPARACION	12. OBRAS EN REPARACION	13. OBRAS EN REPARACION
10. VIGA DE ALMAGAMA CONCRETO	1. OBRAS EN REPARACION	2. OBRAS EN REPARACION	3. OBRAS EN REPARACION	4. OBRAS EN REPARACION	5. OBRAS EN REPARACION	6. OBRAS EN REPARACION	7. OBRAS EN REPARACION	8. OBRAS EN REPARACION	9. OBRAS EN REPARACION	10. OBRAS EN REPARACION	11. OBRAS EN REPARACION	12. OBRAS EN REPARACION	13. OBRAS EN REPARACION
11. APOYOS	1. OBRAS EN REPARACION	2. OBRAS EN REPARACION	3. OBRAS EN REPARACION	4. OBRAS EN REPARACION	5. OBRAS EN REPARACION	6. OBRAS EN REPARACION	7. OBRAS EN REPARACION	8. OBRAS EN REPARACION	9. OBRAS EN REPARACION	10. OBRAS EN REPARACION	11. OBRAS EN REPARACION	12. OBRAS EN REPARACION	13. OBRAS EN REPARACION
12. VIGA GAZETA Y ALTORE (BASTION)	1. OBRAS EN REPARACION	2. OBRAS EN REPARACION	3. OBRAS EN REPARACION	4. OBRAS EN REPARACION	5. OBRAS EN REPARACION	6. OBRAS EN REPARACION	7. OBRAS EN REPARACION	8. OBRAS EN REPARACION	9. OBRAS EN REPARACION	10. OBRAS EN REPARACION	11. OBRAS EN REPARACION	12. OBRAS EN REPARACION	13. OBRAS EN REPARACION
13. CUERPO PRINCIPAL (BASTION)	1. OBRAS EN REPARACION	2. OBRAS EN REPARACION	3. OBRAS EN REPARACION	4. OBRAS EN REPARACION	5. OBRAS EN REPARACION	6. OBRAS EN REPARACION	7. OBRAS EN REPARACION	8. OBRAS EN REPARACION	9. OBRAS EN REPARACION	10. OBRAS EN REPARACION	11. OBRAS EN REPARACION	12. OBRAS EN REPARACION	13. OBRAS EN REPARACION
14. MUELLO (PILA)	1. OBRAS EN REPARACION	2. OBRAS EN REPARACION	3. OBRAS EN REPARACION	4. OBRAS EN REPARACION	5. OBRAS EN REPARACION	6. OBRAS EN REPARACION	7. OBRAS EN REPARACION	8. OBRAS EN REPARACION	9. OBRAS EN REPARACION	10. OBRAS EN REPARACION	11. OBRAS EN REPARACION	12. OBRAS EN REPARACION	13. OBRAS EN REPARACION
15. CUERPO PRINCIPAL (PILA)	1. OBRAS EN REPARACION	2. OBRAS EN REPARACION	3. OBRAS EN REPARACION	4. OBRAS EN REPARACION	5. OBRAS EN REPARACION	6. OBRAS EN REPARACION	7. OBRAS EN REPARACION	8. OBRAS EN REPARACION	9. OBRAS EN REPARACION	10. OBRAS EN REPARACION	11. OBRAS EN REPARACION	12. OBRAS EN REPARACION	13. OBRAS EN REPARACION
ITEM	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION	EVALUACION
										FECHA INSPECCION		HOMBRE RE INSPECTOR	
										1 10 2005		Ostenda Martinez	
										1 10 2005		FIRMA	

### Formulario-7 Inspección del puente. Fotografías

INSPECCIÓN DE PUENTES (FOTOGRAFIA)		No. DE ESTRUCTURA		1	NO.	1	7	3
		ADMISTRITADO por		REGISTRO (COMAR)		DIA		MES
<b>NOMBRE DEL PUENTE</b> Rio Coronado	01	<b>PROVINCIA</b> ALAUDELA	<b>CANTON</b> OBEDIA	<b>LATITUD NORTE</b> 10° 1' 1"	<b>LONGITUD ESTE</b> 84° 21' 31.4"	<b>FECHA DE DISEÑO</b> 1 7 1982		<b>AÑO</b> 1982
<b>No. DE LA RUTA</b> 1	<b>CLASIFICACION</b> Pivanejo	<b>LOCALIDAD</b> FUENTE DE FIERRO	<b>DISTRITO</b> No. 2	<b>LONGITUD ESTE</b> 84° 21' 31.4"	<b>FECHA DE CONCURSO DE CONSTRUCCION</b> 15 9 1974	<b>FECHA DE CONCURSO DE CONSTRUCCION</b> 15 9 1974		<b>AÑO</b> 1974
<b>KILOMETRO</b> 34,270 km.	<b>UBICACION</b> Troncho de acero	<b>UBICACION</b> No. 2	<b>UBICACION</b> Juntas de separación.	<b>UBICACION</b> No. 2	<b>UBICACION</b> No. 2	<b>UBICACION</b> No. 2	<b>UBICACION</b> No. 2	<b>UBICACION</b> No. 2
								
No. 4	Se observa la deformación en la base	DIA: 4 MES: 10 AÑO: 2005	UBICACION: 1	Nota: Se observa la deformación en la base a través de las juntas	DIA: 4 MES: 10 AÑO: 2005	Lotes	No. 5	Nota: Se ve filtraciones en algunas juntas de la base
No. 4	Se observa resto de refuerzo expuesto en la base	DIA: 4 MES: 10 AÑO: 2005	UBICACION: 4	Nota: Se ve filtraciones en algunas juntas de la base	DIA: 4 MES: 10 AÑO: 2005	Lotes	No. 5	Nota: Se ve filtraciones en algunas juntas de la base
No. 6	Las juntas están obstruidas con el desarrollo de pavimento	DIA: 4 MES: 10 AÑO: 2005	UBICACION: 6	Nota: Las juntas están obstruidas con el desarrollo de pavimento	DIA: 4 MES: 10 AÑO: 2005	Lotes	No. 6	Nota: Se observan grietas en una dirección en parte de la pila
No. 6	Se observa grietas en una dirección en parte de la pila	DIA: 4 MES: 10 AÑO: 2005	UBICACION: 6	Nota: Se observan grietas en una dirección en parte de la pila	DIA: 4 MES: 10 AÑO: 2005	Lotes	No. 6	Nota: Se observan grietas en una dirección en parte de la pila

## Capítulo 5 Guía de recopilación de datos

### Comentario [Lanamme68]:

#### VER CAPÍTULO 5 DEL INFORME

Este capítulo fue actualizado en el 2014, por lo que se realizó la revisión de la actualización en el Anexo 2.

Por esta razón las páginas 62 a 77 de la edición 2007 del manual no se muestran.

### 5.1 Introducción

Esta guía de recopilación corresponde a la información que se debe obtener de los formularios de inventario e inspección mencionados en el capítulo 4. Los inspectores que preparan la inspección del puente deben conocer la información de este capítulo. El inspector debe llenar cada uno de los formularios en el sitio de inspección.

### 5.2 Introducción de datos de información general para la identificación del puente

Los datos de información general de cada puente como se mencionó anteriormente son iguales para todos los formularios. Una vez que los datos son introducidos en el sistema, éstos aparecen en la impresión de cada uno de los siete formularios. A continuación se describe detalladamente la introducción de datos.

#### 5.2.1 Número de puente

Este dato es definido por el encargado de la Dirección de Puentes del MOPT.

#### 5.2.2 Nombre del puente

Generalmente en Costa Rica cuando un puente cruza un río éste lleva el nombre del mismo. De lo contrario si el puente cruza sobre una carretera o vía férrea hay que verificar planos o información del puente para obtener este dato y sino consultar con el encargado de la Dirección de Puentes.

#### 5.2.3 Clasificación de la ruta

Este ítem se debe seleccionar de las cuatro opciones existentes. Existen cuatro tipos de clasificación de la ruta: ruta primaria, secundaria, terciaria o cantonal.

Según la ley número 5060 “Ley general de caminos públicos y sus reformas” se definen como rutas primarias a la red de rutas que sirven de corredores caracterizados por volúmenes de tránsito relativamente altos y con una alta proporción de viajes internacionales, interprovinciales o de la larga distancia; rutas secundarias son las que conectan cabeceras cantonales importantes, así como otros centros de población, producción o turismo; rutas terciarias son aquellas que sirven de colectoras del tránsito para las carreteras primarias y secundarias y las rutas cantonales son las que están administradas por las municipalidades que incluyen los caminos vecinales, locales y los no clasificados. Las rutas primarias, secundarias y terciarias son definidas como tales por la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT según el tránsito promedio diario de cada una. En la

## Capítulo 6 Lineamientos para la calificación del grado de deterioro del puente

Como parte del procedimiento de inspección de puentes se cuenta con una hoja de inspección (formulario-6), donde se califica el grado de deterioro del puente tomando en cuenta la condición en que se encuentran los diferentes elementos que componen los accesorios, la superestructura y la subestructura. Cada uno de estos elementos se evalúan según el grado de daño que presentan en una escala progresiva, es decir, por ejemplo el número 1 significa que no existen daños y el número 5 que hay gran deterioro en el elemento.

A continuación se enuncian y describen los diferentes tipos de deterioro que se pueden encontrar para cada uno de los elementos y la calificación del grado de daño asociada. Además se menciona como debe realizarse la inspección.

### 6.1 Pavimento Superficie de rodamiento

El pavimento en la losa del puente funciona como una superficie de rodamiento y además tiene como objetivo proveer protección adicional a la losa contra el clima y el tráfico.

El pavimento no es un miembro estructural, sin embargo, genera carga muerta al puente, por lo tanto el espesor del pavimento debe ser el mínimo. Por ejemplo, para un pavimento asfáltico de 7cm de espesor en un ancho de vía de 10m y en una longitud de tramo de 30m ( $0.07\text{m} \times 10\text{m} \times 30\text{m} \times 1.91\text{t/m}^3 = 40.11\text{ ton}$ ) se obtiene un peso total de 40.11 ton. Es decir el peso es casi equivalente al peso de la carga máxima del vehículo que pasa por el puente. **Por lo anterior, técnicamente las sobrecapas de pavimento en la losa del puente son totalmente prohibidas.**

Dentro de este elemento se van a evaluar cinco tipos de daños: ondulaciones, surcos, agrietamiento, baches y sobrecapas de asfalto. A continuación se describe cada uno.

#### 6.1.1 Ondulaciones

Las ondulaciones son deformaciones que se extienden transversalmente en el pavimento. Las ondulaciones o abultamientos son ocasionados por el paso continuo de vehículos en el puente, en la tabla 6-1 se define el grado de daño en el pavimento debido a las ondulaciones y en la figura 6-1 se muestra una fotografía.

#### Comentario [Lanamme69]:

VER TABLA 5-6

Ver las observaciones y recomendaciones generales para este capítulo en la Tabla 5-6 del informe.

A continuación se presentan propuestas de cambio y comentarios sobre cada ítem de inspección.

Estas observaciones están basadas en las observaciones y recomendaciones generales que se incluyeron en la Tabla 5-6.

#### Comentario [Lanamme70]:

VER TABLA 5-5, ASPECTO 19 Y TABLA 5-6, ASPECTO 5

Explicar en este procedimiento cómo se debe tratar cada superestructura y cómo se asignan los elementos de la subestructura a las superestructuras.

#### Comentario [Lanamme71]:

VER TABLA 5-1, ASPECTO 3 Y TABLA 5-6, ASPECTO 1

Se refiere a una superficie de rodamiento de asfalto. Cambiar el nombre a Superficie de Rodamiento y agregar criterios de daño para superficies de concreto, acero y madera.

#### Comentario [Lanamme72]:

VER TABLA 5-1, ASPECTO 2 Y TABLA 5-6, ASPECTO 1

Aclarar en el texto que esta sección se refiere a la superficie de rodamiento sobre la estructura con el fin de evitar confusiones con la carpeta asfáltica de los accesos.

#### Comentario [Lanamme73]:

VER TABLA 5-1, ASPECTO 2

Este valor está definido en la Especificación AASHTO LRFD 2014 para diseño de puentes como  $2,243\text{ ton/m}^3$

#### Comentario [Lanamme74]:

VER TABLA 5-1, ASPECTO 2

En esta introducción no es clara la diferencia entre superficie de rodamiento y sobrecapa

#### Comentario [Lanamme75]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 1 Y 8

Los daños en las carpetas asfálticas que se describen se pueden clasificar como daños estructurales del elemento carpeta asfáltica.

Se podrían cambiar los criterios de evaluación considerando si los daños son puntuales o generalizados, o si el daño afecta directamente la estructura, el tránsito sobre el puente o la durabilidad.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection, 1st edition, 2013

#### Comentario [Lanamme76]:

VER TABLA 5-6, ASPECTO 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente.



**Tabla 6-1 Grado de daño por ondulaciones**

Grado del daño	Descripción
1	Sin ondulación
2	La profundidad de la ondulación es menor a 2cm
3	La profundidad de la ondulación esta entre 2.0 y 4.0 cm
4	La profundidad de la ondulación es mayor a 4cm
5	Es necesario detener el vehículos para esquivar la ondulación

**Comentario [Lanamme77]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTO 8  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.

Valorar la pertinencia de colocar límites de profundidad de la ondulación.



**Figura 6-1 Ondulaciones en el pavimento**

**6.1.2 Surcos**

Los surcos son deformaciones en el pavimento originadas por el paso continuo de las ruedas de los vehículos. Es similar a las ondulaciones pero se extienden longitudinalmente. El grado de daño en el pavimento ocasionado por los surcos se muestra en la tabla-6-2.

**Comentario [Lanamme79]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTO 8  
 En la figura aparentemente se observa un daño en la junta de expansión obstruida con asfalto en lugar de ondulaciones

**Comentario [Lanamme78]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTO 8  
 Definir en el texto como este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

**Tabla 6-2 Grado de daño por surcos**

Grado del daño	Descripción
1	No hay surcos
2	La profundidad de los surcos es menor a 2.0cm
3	La profundidad de los surcos esta entre 2.0 y 4.0 cm
4	La profundidad de los surcos es mayor a 4cm
5	Es necesario detener el vehículos para esquivar los surcos

**Comentario [Lanamme80]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTO 8  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad

Valorar la pertinencia de colocar límites de profundidad de los surcos

Agregar una figura de ejemplo de surcos y el grado de calificación que corresponde.

**6.1.3 Grietas**

Las grietas son fisuras o cavidades que se producen generalmente por vibraciones y cambios de temperatura. El grado de daño en el pavimento debido a las grietas está definido en la tabla-6-3 y la figura 6-2 muestra una fotografía de grietas en la superficie de rodamiento.

**Comentario [Lanamme81]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTO 8  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente.

**Tabla 6-3 Grado de daño por las grietas**

Grado del daño	Descripción
1	No se observan grietas
2	El espesor de la grieta es menor a 5.0mm
3	El espesor de la grieta está entre 5.0 y 10.0 mm
4	Se observan grietas en red
5	Se observan grietas en red y en algunas partes hay desprendimiento del concreto

**Comentario [Lanamme82]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTO 8  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad  
 Valorar la pertinencia de colocar límites de espesor de grietas



**Figura 6-2 Grietas en el pavimento (grado 4)**

**6.1.4 Baches en el pavimento**

Un bache es un defecto en la nivelación de la vía; es una depresión u hoyo en la superficie de rodamiento. El grado de daño en el pavimento por los baches está definido en la tabla-6-4 y la figura 6-3 muestra una fotografía de un bache.

**Comentario [Lanamme83]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTO 8  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad de los elementos del puente.

**Tabla 6-4 Grado de daño por baches**

Grado del daño	Descripción
1	No se observan baches
2	La profundidad del bache es menor que 20.0 mm
3	La profundidad del bache esta entre 20.0 y 50.0 mm
4	La profundidad del bache es mayor que 50.0 mm
5	Es necesario detener el vehículos para esquivar los baches

**Comentario [Lanamme84]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTO 8  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad  
 Valorar la pertinencia de colocar límites de profundidad de baches



Figura 6-3 Baches en el pavimento (grado 2)

### 6.1.5 Sobrecapas de pavimento sobre la losa de puente

Las sobrecapas son capas adicionales sobre la superficie principal. Como se explicó anteriormente, las sobrecapas de asfalto en la losa del puente son prohibidas por lo que cuando se observa una indiscriminada sobrecapa de pavimento, el grado del daño debe ser automáticamente cinco. El grado de daño está definido en la tabla-6-5 y la figura 6-4 muestra una fotografía de un puente con sobrecapas de asfalto.

Tabla 6-5 Grado de daño por sobrecapas de asfalto

Grado del daño	Descripción
1	No se observa sobrecapas de asfalto
2	No aplica
3	Se observa una sobrecapa de asfalto
4	No aplica
5	Se observan mas de una sobrecapa de asfalto



Figura 6-4 Sobrecapas en el pavimento (grado 5)

**Comentario [Lanamme85]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTO 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad de los elementos del puente.

**Comentario [Lanamme86]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTO 8

Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad

Si se decide mantener los criterios de daño, explicar en el texto la forma de determinar cuando existe más de una sobrecapa.

**Comentario [Lanamme87]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTO 8

Utilizar un término distinto ya que "No aplica" tiende a confundir a los usuarios. Por ejemplo: "No utilizar este grado de daño"



## 6.2 Barandas Barrera vehicular

En el caso de las barandas barreras vehiculares se consideran dos tipos: de acero o de concreto. Si se utiliza otro material como madera, el inspector debe anotar un comentario y no se deberá realizar ninguna evaluación al respecto. En caso de barandas barreras vehiculares de acero, la condición del cordón de concreto debe ser evaluada en la fila de barandas barreras vehiculares de concreto. En relación a la baranda barrera vehicular de acero se evalúan cuatro tipos de daños: deformación, oxidación, corrosión y la ausencia del elemento (faltante). En el caso de las barandas barreras vehiculares de concreto se calificarán tres daños: agrietamiento, acero de refuerzo expuesto y al igual que las de acero la ausencia del elemento (faltante). A continuación se describe cada uno.

### 6.2.1 Deformación (baranda barrera vehicular de acero)

La deformación es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a la aplicación de una o más fuerzas sobre el mismo o la ocurrencia de dilatación térmica. El grado de daño para la deformación de las barandas barreras vehiculares de acero está definido en la tabla-6-5 y en la figura 6-5 se muestra una baranda de acero deformada.

**Tabla 6-5 Grado de daño por deformación**

Grado del daño	Descripción
1	No se observan daños de deformación en el elemento.
2	Deformación menor a 5.0cm
3	Deformación entre 5.0 y 10.0 cm con respecto al original
4	Deformación entre 10.0 y 20.0cm con respecto al original
5	Deformación mayor a 20cm con respecto al original



**Figura 6-5 Deformación de la baranda (grado 5)**

### 6.2.2 Oxidación (baranda barrera vehicular de acero)

La oxidación es una reacción química que se produce en el acero al estar en contacto con el agua,

**Comentario [Lanamme88]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6, 7 Y 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente.

**Comentario [Lanamme89]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6, 7 Y 8

Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad

Evaluar la pertinencia de definir los límites para deformación en los grados de daño de la barrera

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme90]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6, 7 Y 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente.

Valorar la posibilidad de colocar el daño por oxidación como la fase inicial del proceso de corrosión

ya sea dulce o salada, o por la humedad del medio ambiente, lo que puede producir daños en el refuerzo de los elementos. La oxidación se observa como una capa de color rojizo-café que se va formando en la superficie del acero.

**Tabla 6-6 Grado de daño por oxidación**

Grado del daño	Descripción
1	No se observa oxidación en el elemento
2	Se observa comienzos de oxidación
3	20% del elemento está cubierta con oxidación
4	50% del elemento está cubierta con oxidación
5	Más del 50% de la superficie del elemento está cubierto con oxidación.



**Figura 6-6 Oxidación (baranda de acero)**

### 6.2.3 Corrosión (baranda-barrera vehicular de acero)

La corrosión es la alteración causada por el ambiente en el elemento, empieza como oxidación y si no se le da algún tratamiento o se le brinda alguna protección al elemento se llega a dar la corrosión lo que produce la reducción de la sección de la pieza de acero. En la tabla 6-7 se muestran los grados de deterioro debido a la corrosión.

**Tabla 6-7 Grado de daño por corrosión**

Grado del daño	Descripción
1	No se observa corrosión en el elemento
2	Se observa el principio de la corrosión
3	La corrosión creció y ha ocasionado orificios en partes del elemento
4	Algunas partes del elemento están reducidas por corrosión
5	Algunas partes del elemento se han perdido por la corrosión

**Comentario [Lanamme91]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6, 7 Y 8

Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad

Valorar la posibilidad de colocar el daño por oxidación como la fase inicial del proceso de corrosión

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme92]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6, 7 Y 8

En la figura se observa corrosión y oxidación

**Comentario [Lanamme93]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6, 7 Y 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente.

**Comentario [Lanamme94]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6, 7 Y 8

Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme95]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6, 7 Y 8

Este grado de daño no es claro. Se podría referir a oxidación.



Figura 6-7 Corrosión en la baranda-barrera vehicular de acero (grado 3)

**Comentario [Lanamme96]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6, 7 Y 8  
 Se podría marcar el agujero en la figura.  
 También se muestra oxidación.

#### 6.2.4 Faltante o ausencia (baranda-barrera vehicular de acero o concreto)

Faltante se refiere a la pérdida parcial o total de algún elemento. En el caso de las barandas-barreras vehiculares a continuación se menciona el grado de daño debido al faltante o ausencia de la misma.

**Comentario [Lanamme97]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6, 7 Y 8  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente.

Tabla 6-8 Grado de daño por baranda faltante

Grado del daño	Descripción
1	Se cuenta con la totalidad de la baranda
2	Algunas partes de la baranda están dañadas
3	Hace falta menos del 10 % de la baranda
4	Hace falta entre 10% y 30 % de la baranda
5	Hace falta más del 30% de la baranda

**Comentario [Lanamme98]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6, 7 Y 8  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad

Valorar la pertinencia de los porcentajes de faltante de baranda y definir el método de medición.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013



Figura 6-8 Falta baranda-barrera vehicular de acero (grado 5)

#### 6.2.5 Agrietamiento (baranda-barrera vehicular de concreto)

Agrietamiento se refiere a aberturas que surgen en alguna superficie. En el caso de las barandas-barreras vehiculares de concreto se describe en la tabla 6-9 el grado de daño del elemento debido a este tipo de deterioro.

**Comentario [Lanamme99]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6, 7 Y 8  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente.

**Tabla 6-9 Grado de daño por grietas**

Grado del daño	Descripción
1	No hay grietas
2	Se observan algunas grietas
3	El espesor de la grieta es menor a 0.3mm con intervalos de 50cm
4	El espesor de la grieta es mayor a 0.3mm con intervalos de 50cm
5	Se observan grietas con espesores de varios mm

**Comentario [Lanamme100]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6, 7 Y 8  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad

Definir lo que se refiere como "grietas con espesores de varios mm"

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013


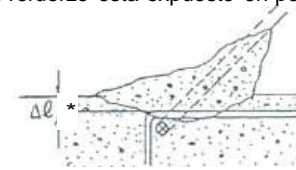
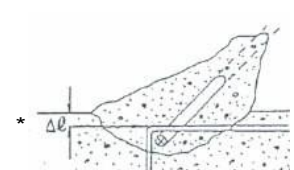
**6.2.6 Acero de refuerzo expuesto (~~barandas~~ barreras vehiculares de concreto)**

Se refiere a la exposición del acero de refuerzo que debe estar embebido en el concreto. El grado de daño para el acero de refuerzo expuesto debe ser evaluado con base en la descripción de la tabla 6-10.

**Comentario [Lanamme101]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6, 7 Y 8  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad de los elementos del puente.

**Tabla 6-10 Grado de daño por acero de refuerzo expuesto**

Grado del daño	Descripción
1	Descascaramiento en la superficie del concreto
2	Se observan cáscaras a lo largo del refuerzo principal 
3	El refuerzo está expuesto en pequeñas partes 
4	Se observa el refuerzo principal expuesto y oxidado 

**Comentario [Lanamme102]:**

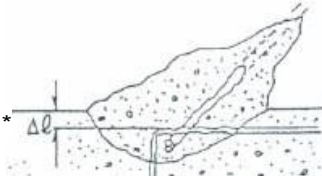
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6, 7 Y 8  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad

Los criterios de daño que se muestran en esta tabla combinan dos causas probables que generarían acero de refuerzo expuesto: La corrosión del acero de refuerzo que genera delaminación del concreto y desprendimientos y el acero expuesto por impactos contra los distintos elementos. Se recomienda separar los criterios.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme103]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6, 7 Y 8  
 El grado 1 debería ser "sin daños", tal como se ha establecido en otros criterios de calificación.

5	<p>Se observa el acero principal expuesto y con reducción de la sección.</p>  <p>* Δl: Recubrimiento de concreto</p>
---	---



**Figura 6-9 Acero de refuerzo expuesto (baranda-barrera vehicular de concreto)**

### 6.3 Juntas de expansión

Las juntas de expansión son una parte muy importante del puente. La junta de expansión debe ser capaz de resistir los cambios climáticos para llevar a cabo su función y no comprometer la calidad del viaje de los vehículos que transitan en el puente. El inspector debe ser capaz de reconocer aquellas juntas de expansión que no están funcionando apropiadamente. Dentro de los tipos de deterioro que puede presentar las juntas encontramos: sonidos extraños, filtración de agua, ausencia (faltante) o deformación de juntas, que presente algún desplazamiento vertical, obstrucción y acero de refuerzo expuesto. Cada uno de los daños anteriores se describen a continuación.

#### 6.3.1 Sonidos extraños

Se deben detectar cuidadosamente los sonidos en las juntas de expansión cuando los vehículos pasan sobre ellas. Esto debido a que los sonidos provienen de zonas donde la junta presenta algún daño. Si se detecta un sonido considerable, debe ser calificado con grado tres.

**Comentario [Lanamme104]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6, 7 Y 8**  
 Colocar el grado de daño del ejemplo de la figura

**Comentario [Lanamme105]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTO 8**  
 No se incluye el impacto que puede tener la junta en la durabilidad de otros elementos del puente cuando por su buen funcionamiento evita el ingreso de agua y otras sustancias hacia los elementos de la superestructura y de la subestructura. (FHWA, 2012)

**Comentario [Lanamme106]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente.  
  
 Se podría cambiar el nombre por "Sonidos de impacto en juntas"

### 6.3.2 Filtraciones de agua

La filtración de agua a través de cualquier junta del puente contribuye al deterioro del concreto. Esta filtración de agua a través de la junta de expansión debe ser inspeccionada en el asiento de los apoyos del puente y en el muro de las subestructuras. Los grados de daño debido a la filtración de agua se muestran en la tabla 6-11.

**Tabla 6-11 Grado de daño por filtración de agua en las juntas de expansión**

Grado de daño	Descripción
1	No hay filtración de agua proveniente de las juntas de expansión
2	Se observaron filtraciones en algunas partes de los asientos del puente
3	Se observan filtraciones en menos del 50% del muro y la viga cabezal
4	Se observan filtraciones en más del 50% del muro y la viga cabezal
5	Las filtraciones cubren toda la pared frontal y la viga cabezal



**Figura 6-10 Filtración de agua por la junta de expansión (grado 5)**

### 6.3.3 Faltante o deformación

Se debe prestar atención cuando la junta de expansión presenta alguna alteración en su forma o alguna parte o la totalidad de la junta se ha perdido. En la tabla 6-12 se muestra el grado de deterioro debido a este daño.

**Comentario [Lanamme107]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente.

**Comentario [Lanamme108]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad  
  
Valorar la pertinencia de colocar porcentaje de área humedecida en los elementos de la subestructura.  
  
Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection, 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme109]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente.



**Tabla 6-12 Grado de daño por faltante o deformación de juntas de expansión**

Grado de daño	Descripción
1	No se observan faltante o deformación de juntas
2	Se observan pequeñas deformaciones.
3	Algunas partes están deformadas
4	Algunas partes se han perdido
5	Los vehículos deben reducir la velocidad antes de pasar por la junta de expansión

**Comentario [Lanamme110]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 1, 6 Y 8**  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad

Valorar la posibilidad de incluir criterios para tipos de junta distintas a juntas metálicas, por ejemplo juntas con sello de neopreno.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013



**Figura 6-11 Faltante o deformación de las juntas de expansión (grado 5)**

**6.3.4 Movimiento vertical**

Se refiere al caso en que las juntas de expansión presenten algún desplazamiento vertical.

**Tabla 6-13 Grado de daño por movimiento vertical de la junta de expansión**

Grado de daño	Descripción
1	No se observan movimientos
2	Se observan pequeños movimientos
3	Algunas partes se mueven verticalmente y se detectaron sonidos
4	Algunas partes se mueven considerablemente o se detectaron grandes sonidos
5	La velocidad del vehículo debe reducirse antes de la junta de expansión

**Comentario [Lanamme111]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente.

Aclarar en el texto si se refiere a movimiento dinámico o si se trata de desplazamientos permanentes

**Comentario [Lanamme112]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013



**Figura 6-12 Movimiento vertical de la junta de expansión**

**Comentario [Lanamme113]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 La figura no es clara respecto al daño que se refiere

### 6.3.5 Juntas obstruidas

En Costa Rica se observan juntas cubiertas por sobrecapas de asfalto. Cuando se aplica un nuevo pavimento a un puente, frecuentemente se coloca una sobrecapa a las juntas de expansión sin ningún cuidado de permitir el funcionamiento apropiado de la misma. La presencia de grietas transversales pueden evidenciar que las juntas están cubiertas por sobrecapas.

**Comentario [Lanamme114]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente.

**Tabla 6-14 Grado de daño por juntas obstruidas**

Grado del daño	Descripción
1	No se observan juntas obstruidas
2	No aplica
3	Se observa cierta obstrucción en la junta
4	No aplica
5	La junta esta cubierta por sobrecapas de asfalto

**Comentario [Lanamme115]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Revisar la redacción de este párrafo ya que no aclara que la práctica de colocar asfalto sobre juntas no es una práctica adecuada y más bien pareciera justificarla.

**Comentario [Lanamme116]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme117]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Utilizar un término distinto ya que "No aplica" tiende a confundir a los usuarios. Por ejemplo: "No utilizar este grado de daño"





Figura 6-13 Sobrecapas sobre las juntas de expansión (grado 5)

**6.3.6 Acero de refuerzo expuesto en las juntas de expansión**

Refiérase a la tabla 6-10 para la evaluación del grado del daño del acero de refuerzo expuesto en las juntas de expansión.

**6.4 Losa**

Las losas están sujetas a una variedad de daños causados por diferentes factores, tales como el tráfico, la exposición a la intemperie, contaminación ambiental, etc; además de las deficiencias de diseño y construcción, como un recubrimiento insuficiente, remoción de la formaleta antes de tiempo, una mezcla de concreto pobre o una vibración inapropiada, todos estos factores pueden contribuir al deterioro del puente. Usualmente las losas son de concreto siendo los daños más comunes: grietas en una y dos direcciones, descascaramiento, acero de refuerzo expuesto, nidos de piedra, eflorescencia y agujeros son descritas a continuación.

**6.4.1 Grietas en una dirección**

Las grietas en el concreto es el indicativo más fiable de futuros problemas en el elemento, por lo tanto, es importante determinar su causa. Las grietas en una dirección son fisuras lineales en el concreto causadas en muchos casos por los esfuerzos debido a la carga viva y muerta. El ancho y distancia entre grietas debe ser cuidadosamente inspeccionado y almacenado como notas en el formulario de inspección.

**Tabla 6-15 Grado de daño por grietas en una dirección en losas de concreto**

Grado de daño	Descripción
1	No se observan grietas.

**Comentario [Lanamme118]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente.

Revisar si este daño está más relacionado con el tablero del puente.

**Comentario [Lanamme119]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 1, 2, 6 Y 8

Esta sección está enfocada a tableros de concreto y se excluyen otros tipos de tableros que se pueden encontrar en los puentes del país.

Si se decide mantener esta evaluación aclarar la forma de evaluar tableros de acero y de madera.

**Comentario [Lanamme120]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente.

**Comentario [Lanamme121]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad

2	El ancho de las grietas es menor a 0.2mm en intervalos de más de 1.0m
3	El ancho de las grietas es mayor a 0.2mm en intervalos de más de 1.0m
4	El ancho de las grietas es mayor a 0.2mm en intervalos entre 1.0 m y 0.5 m
5	El ancho de las grietas es mayor a 0.2mm en intervalos de menos de 0.5m

**Comentario [Lanamme122]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTO 8**  
 Revisar espesor y espaciamiento conforme a criterios de ACI 224R y AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013



**Figura 6-14** Grieta en una dirección en la losa

**Comentario [Lanamme123]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Colocar el grado de daño del ejemplo de la figura

#### 6.4.2 Grietas en dos direcciones en la losa

La causa principal de las grietas en dos direcciones en la losa es la fatiga causada por la repetición de carga viva. La extensión y el patrón de la malla de la grieta en la losa deben ser cuidadosamente inspeccionados, ya que es una de las señales más claras del deterioro de la losa de concreto.

**Comentario [Lanamme124]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad de los elementos del puente.

**Tabla 6-16** Grado de daño por grietas en dos direcciones en la losa de concreto

Grado de daño	Descripción
1	No se observan grietas
2	No aplica
3	El ancho de grieta es menor a 0.2 mm con intervalos mayores a 50cm
4	El ancho de grieta es mayor a 0.2 mm con intervalos menores a 50cm
5	El ancho de grieta es mayor a 0.2 mm y el concreto de esta descascarando.

**Comentario [Lanamme125]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad

**Comentario [Lanamme126]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Utilizar un término distinto ya que "No aplica" tiende a confundir a los usuarios. Por ejemplo: "No utilizar este grado de daño"

**Comentario [Lanamme127]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTO 8**  
 Revisar espesor y espaciamiento conforme a criterios de ACI 224R y AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013



**Figura 6-15 Grietas en dos direcciones**

### 6.4.3 Descascaramiento

El descascaramiento es la delaminación local o desprendimiento de una superficie terminada de concreto endurecido como resultado de cambios de temperatura, pobre procedimiento constructivo o algún daño en el acero de refuerzo. En la tabla a continuación se muestra del grado de daño.

**Tabla 6-17 Grado de daño por descascaramiento en superficie de concreto**

Grado de daño	Descripción
1	No se observa descascaramiento en la superficie de la estructura
2	Se observa el principio del descascaramiento
3	Ha crecido el descascaramiento en algunas partes de la superficie de la estructura.
4	Se observa un considerable descascaramiento.
5	Se observa un considerable descascaramiento y oxidación.

### 6.4.4 Acero de refuerzo expuesto en la losa de concreto

Refiérase a la tabla 6-10 de grado de daño en acero de refuerzo expuesto.



**Figura 6-16 Refuerzo expuesto (grado 5)**

**Comentario [Lanamme129]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Colocar el grado de daño del ejemplo de la figura

**Comentario [Lanamme128]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme130]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad  
  
 Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme131]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme132]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Diferenciar entre acero de refuerzo expuesto por el proceso de delaminación y desprendimiento de concreto debido a la expansión volumétrica que produce el acero de refuerzo al experimentar corrosión y entre acero de refuerzo expuesto debido a impactos, desgaste del concreto y desprendimientos debido a agrietamiento del concreto por sobrecargas y efectos dinámicos.

#### 6.4.5 Nidos de piedra

Los nidos de piedra son causados por la vibración inapropiada durante el colado del concreto lo que produce segregación de los agregados gruesos, de los agregados finos y la pasta de cemento. En la tabla 6-18 se describe el grado de deterioro.

**Tabla 6-18 Grado de daño por nidos de piedra**

Grado de daño	Descripción
1	No se observaron nidos de piedra
2	Se observaron nidos de piedra en algunos sitios.
3	Se observan mas de diez nidos de piedra.
4	Se observan nidos de piedra en muchos sitios
5	No aplica



**Figura 6-17 Nidos de piedra en la losa de concreto**

#### 6.4.6 Eflorescencia en la losa de concreto

La eflorescencia es una mancha blanca que se forma en el concreto por causa del cloruro de calcio que es traído a la superficie del concreto por el agua. La eflorescencia indica que las grietas son profundas y que han penetrado a través de la losa. A continuación se muestra en la tabla el grado de daño.

**Tabla 6-19 Grado de daño por eflorescencia**

Grado de daño	Descripción
1	No se observó eflorescencia
2	Se observaron pequeñas manchas blancas en la superficie de concreto
3	Se observó eflorescencia a lo largo de la grieta en menos de la mitad del área de losa

**Comentario [Lanamme133]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme134]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad

**Comentario [Lanamme135]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Valorar la pertinencia de establecer una cantidad de nidos de piedra en los criterios. Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection, 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme136]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Utilizar un término distinto ya que "No aplica" tiende a confundir a los usuarios. Por ejemplo: "No utilizar este grado de daño"

**Comentario [Lanamme137]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme138]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad  
  
 Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection, 1st edition, 2013

4	Se observó eflorescencia en más de la mitad del área de losa
5	Se observaron estalactitas en muchos lugares causadas por el cloruro de calcio



Figura 6-18 Eflorescencia debajo de la losa de concreto (Grado 3)

#### 6.4.7 Agujeros en la losa de concreto

Cuando se observan agujeros, escamas, reventaduras en el concreto es una clara evidencia de la deterioración de la losa de concreto. En la tabla 6-20 se muestra el grado de deterioro.

Tabla 6-20 Grado de daño por agujeros en la losa

Grado de daño	Descripción
1	No se observaron agujeros
2	Se observaron escamas en la superficie de concreto
3	Se observan pequeños agujeros a lo largo del refuerzo en la losa
4	Se desarrollan agujeros con mas de 1.0 m <sup>3</sup> del área bajo la losa
5	Existen evidencias de que el agujero se extiende a través la losa.



Figura 6-19 Agujero en la losa (grado 5)

**Comentario [Lanamme139]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme140]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection, 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme141]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Si se decide mantener este criterio definir el sistema de medición

## 6.5 Viga principal de acero

El acero es uno de los materiales más comunes utilizados para las superestructuras en la construcción de puentes. Los daños más comunes de la superestructura de acero son la oxidación, corrosión, deformación, pérdida de pernos y grietas en la soldadura o placas.

### 6.5.1 Oxidación

Refiérase a la tabla 6-6 para la evaluación del grado de daño por oxidación.



Figura 6-20 Oxidación en la viga principal

### 6.5.2 Corrosión

Refiérase a la tabla 6-7 para la evaluación del grado de daño por corrosión.

### 6.5.3 Deformación

Las causas principales de la deformación de la viga principal de acero son la sobrecarga, la colisión de vehículos y el hundimiento de subestructuras. El inspector debe de revisar la alineación horizontal de la viga principal para detectar si existe alguna deformación por el hundimiento de la subestructura y cualquier otra viga que puede estar dañada debido a una colisión cercana. El grado de daño para la deformación de la viga principal de acero se define en la tabla-6-5.

### 6.5.4 Pérdida de pernos

Los miembros de los puentes de acero están conectados por soldadura, pernos y remaches. La fatiga puede causar pérdida de pernos o remaches. Los pernos o los remaches en la conexión de los miembros deberá ser verificada cuidadosamente y el número de pernos o remaches faltante deberá ser registrado.

#### Comentario [Lanamme142]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 1 Y 2

Esta sección está enfocada en puentes con superestructura tipo vigas de acero y excluye daños en puentes con otros tipos de superestructura

#### Comentario [Lanamme143]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

Valorar la posibilidad de colocar el daño por oxidación como la fase inicial del proceso de corrosión

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

#### Comentario [Lanamme144]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Colocar el grado de daño del ejemplo de la figura

#### Comentario [Lanamme145]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

Valorar la posibilidad de colocar el daño por oxidación como la fase inicial del proceso de corrosión

#### Comentario [Lanamme146]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

#### Comentario [Lanamme147]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

#### Comentario [Lanamme148]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente



**Tabla 6-24 Grado de daño por pérdida de pernos**

Grado de daño	Descripción
1	No se observan pernos faltantes
2	Se observan 2 o menos pernos faltantes
3	Se observan entre 3 y 5 pernos faltantes
4	Se observan entre 6 y 10 pernos faltantes
5	Se observan más de 10 pernos faltantes



**Figura 6-21 Pérdida de pernos**

**Comentario [Lanamme149]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.  
  
 Valorar la pertinencia de colocar un número de pernos faltantes como parámetro de evaluación de este daño. Si se decide dejar este criterio aclarar la forma de medir el faltante de pernos, ya sea por conexión, por elemento principal o por superestructura.  
  
 Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme150]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Colocar el grado de daño del ejemplo de la figura

**Comentario [Lanamme151]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme152]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTO 8**  
 Aclarar si esta afirmación faculta a un inspector a remover el sistema de protección contra la corrosión cuando se sospecha que hay una grieta en un elemento de acero.

**Comentario [Lanamme153]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.

**Comentario [Lanamme154]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Utilizar un término distinto ya que "No aplica" tiende a confundir a los usuarios. Por ejemplo: "No utilizar este grado de daño"

**Comentario [Lanamme155]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Valorar la pertinencia de colocar este parámetro de medición. Si se decide mantenerlo en el manual aclarar si la dimensión se refiere a la longitud de la grieta o al ancho de la misma.  
  
 Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

**6.5.5 Grieta en la soldadura o la placa**

Si la estructura ha sido pintada, el agrietamiento en la pintura acompañado por las manchas de óxido indica la posible existencia de una grieta de fatiga. Se necesita investigar las áreas alrededor del final de la cubreplaca soldada en el ala a tensión. El área donde se sospecha que existe la grieta debe estar limpia para determinar la presencia de la misma y su extensión.

**Tabla 6-25 Grado de daño por grieta en la soldadura o la placa**

Grado de daño	Descripción
1	No se observan grietas
2	No aplica
3	Se detectan varias grietas de menos de 1.0 cm
4	No aplica
5	Se detectan varias grietas de más de 1.0cm



**Figura 6-22 Grieta cerca del apoyo de la viga principal**

**Comentario [Lanamme156]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Colocar el grado de daño del ejemplo de la figura

## 6.6 Sistema de arriostramiento

El sistema de arriostramiento del puente incluye el sistema de piso y el arriostramiento lateral y superior de una superestructura tipo cercha. En el área de conexión del arriostramiento es necesario verificar la presencia de grietas en la soldadura o la pérdida de pernos y/o remaches. También es importante revisar la torsión de los miembros de arriostramiento. Los daños más comunes a los que se les debe prestar atención son: oxidación, corrosión, deformación, rotura de uniones y rotura de elementos.

**Comentario [Lanamme157]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 1 Y 2  
 Esta sección aparentemente está enfocado en elementos de superestructura tipo cercha y podría excluir elementos de otros tipos de estructuras.

### 6.6.1 Oxidación

La oxidación comienza usualmente en pocos lugares y luego se va extendiendo. La capa de pintura generalmente es más delgada en bordes filosos y en las esquinas. La oxidación empieza en estos bordes y esquinas y se va extendiendo a través del elemento.

**Comentario [Lanamme158]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

**Tabla 6-26 Grado de daño por oxidación en los elementos**

Grado de daño	Descripción
1	No se observa oxidación
2	Se puede observar oxidación en lugares determinados
3	La oxidación comienza en los bordes filosos de la superficie de la estructura
4	20% de la superficie de la estructura está cubierto con oxidación
5	Más del 50% de la superficie de la estructura esta cubierto con oxidación

**Comentario [Lanamme159]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.  
  
 Aclarar en el texto alguna razón por la cual la oxidación del Sistema de arriostramiento se califica con criterios distintos a los elementos principales de acero.  
  
 Valorar la posibilidad de colocar el daño por oxidación como la fase inicial del proceso de corrosión  
  
 Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013





**Figura 6-23 La oxidación comienza en el borde filoso (grado 3)**

**6.6.2 Corrosión**

Refiérase a la tabla 6-7 para la evaluación del grado de daño por corrosión.



**Figura 6-24 Corrosión del atiesador vertical (grado 5)**

**6.6.3 Deformación**

En Costa Rica muchos de los elementos de la cercha superior están dañados debido al paso de camiones de altura superior al claro vertical del elemento inferior de la cercha. En caso de que el claro vertical no sea suficiente, este elemento inferior debe ser sustituido. A continuación se presenta la tabla de evaluación del grado de daño de la deformación del sistema de arriostramiento del puente.

**Tabla 6-28 Grado de daño por deformación**

Grado de daño	Descripción
1	No se observa deformación en los elementos

**Comentario [Lanamme160]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente  
  
 Valorar la posibilidad de colocar el daño por oxidación como la fase inicial del proceso de corrosión  
  
 Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme161]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme162]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Esta afirmación limita la causa del daño por deformación. En ocasiones la deformación se puede deber a pandeo por sobrecarga a compresión del elemento.

**Comentario [Lanamme163]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.  
  
 Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

2	Se observa una ligera deformación
3	Algunas partes de los elementos están deformadas
4	Algunas partes de los elementos deberán de reemplazarse
5	El tablero o el elemento inferior de la cercha superior deberá ser sustituido

#### 6.6.4 Rotura de conexiones

**Tabla 6-29 Grado de daño por rotura de una unión en los elementos**

Grado de daño	Descripción
1	No se observa ninguna rotura en las conexiones
2	No aplica
3	Se observa una ligera rotura en la conexión
4	No aplica
5	Algunas conexiones presentan gran rotura

#### 6.6.5 Rotura de elementos

**Tabla 6-30 Grado de daño por rotura de elementos**

Grado de daño	Descripción
1	No se observa roturas en los elementos
2	Se observa una ligera rotura
3	Algunas partes de los elementos están arruinados
4	Algunas partes de los elementos deberán de reemplazarse
5	El tablero o el elemento inferior del diafragma superior deberá ser sustituido



**Figura 6-25 Rotura del elemento inferior del diafragma superior (Grado 3)**

99

#### **Comentario [Lanamme164]:**

**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**

Los criterios 4 y 5 están relacionados con necesidades de intervención que se pueden prestar para confusión en lugar de indicar un criterio de daño consecuente con los criterios 1, 2 y 3.

Aclarar en el texto la definición de "tablero"

#### **Comentario [Lanamme165]:**

**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

#### **Comentario [Lanamme166]:**

**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**

Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.

Los criterios utilizan términos que podrían aumentar la subjetividad de la evaluación (por ejemplo: "ligera rotura", "gran rotura")

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection, 1st edition, 2013

#### **Comentario [Lanamme167]:**

**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**

Utilizar un término distinto ya que "No aplica" tiende a confundir a los usuarios. Por ejemplo: "No utilizar este grado de daño"

#### **Comentario [Lanamme168]:**

**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

#### **Comentario [Lanamme169]:**

**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**

Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.

Los criterios utilizan términos que podrían aumentar la subjetividad de la evaluación (por ejemplo: "ligera rotura", "arruinados")

Los criterios 4 y 5 están relacionados con necesidades de intervención en lugar de indicar un criterio de daño consecuente con los criterios 1, 2 y 3, lo cual se podría prestar para confusión.

Aclarar en el texto la definición de "tablero"

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection, 1st edition, 2013

## 6.7 Pintura

La pintura es de los medios principales utilizados para la protección de la estructura de acero contra la oxidación y la corrosión.

### Comentario [Lanamme170]:

VER TABLA 5-6, ASPECTO 1  
Esta sección podría excluir otros sistemas de protección contra la corrosión, por ejemplo: Galvanizado (Puentes modulares tipo Bailey),

### 6.7.1 Decoloración

**Tabla 6-31 Grado de daño por decoloración**

Grado de daño	Descripción
1	No se observa ninguna decoloración
2	No aplica
3	Se observa decoloración en un grado
4	No aplica
5	No se observa el color original

### Comentario [Lanamme171]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad de los elementos del puente

### Comentario [Lanamme172]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

### Comentario [Lanamme173]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Utilizar un término distinto ya que "No aplica" tiende a confundir a los usuarios. Por ejemplo: "No utilizar este grado de daño"

### Comentario [Lanamme174]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
No se encuentra definido lo que se refiere como "decoloración en un grado" lo cual podría confundir a los inspectores.



**Figura 6-26 Decoloración de la viga principal**

### Comentario [Lanamme175]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Colocar el grado de daño del ejemplo de la figura

### 6.7.2 Ampollas

Las ampollas son producto del levantamiento de la pintura debido a la corrosión que presenta el elemento de acero. Ocurre comúnmente en las rayaduras que presenta la pintura. La corrosión atraviesa la pintura intacta, causando que se ampolle.

### Comentario [Lanamme176]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad de los elementos del puente

**Tabla 6-32 Grado de daño por ampollas en la pintura**

Grado de daño	Descripción
1	No se observan ampollas en la superficie de la estructura

### Comentario [Lanamme177]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

2	Se observan ampollas ligeras.
3	Han crecido ampollas en algunas partes de la superficie de la estructura.
4	Se detecto óxido alrededor de la ampolla en algunas partes de la superficie de la estructura.
5	Se observa que el óxido socava más de 10 cm <sup>2</sup> en la superficie de la estructura

### 6.7.3 Descascaramiento

**Tabla 6-33 Grado de daño por descascaramiento de la pintura**

Grado de daño	Descripción
1	No se observa descascaramiento de la pintura en la superficie de la estructura
2	Se observa el principio del descascaramiento de la pintura
3	Ha crecido el descascaramiento de la pintura en algunas partes de la superficie de la estructura.
4	Se observa un considerable descascaramiento de la pintura.
5	Se observa un considerable descascaramiento de la pintura con óxido.



**Figura 6-27 Descascaramiento de la pintura en la estructura (grado 3)**

### 6.8 Viga principal de concreto

Existen dos tipos de superestructuras de concreto, los puentes de concreto preesforzado y los puentes de concreto reforzado. Los daños o deterioros en la viga principal de concreto son similares a los de la losa de concreto, así como la evaluación del grado de daño.

**Comentario [Lanamme178]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme179]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme180]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 1, 2 Y 6

Esta sección está enfocada en puentes con superestructura tipo vigas de concreto y excluye daños en puentes con otros tipos de superestructura

Además, se combinan criterios de daño para elementos reforzados y preesforzados que podrían tener tipos de deterioro distintos y los criterios para determinar la gravedad de los daños pueden ser diferentes. Por ejemplo: Generalmente, el agrietamiento estructural es más problemático en elementos de concreto preesforzados que en elementos de concreto reforzado. (FHWA, 2012)

### 6.8.1 Grietas en una dirección

Las grietas de flexión son perpendiculares al refuerzo longitudinal y comienzan en la zona de máxima tensión. En la mitad del tramo de las vigas de concreto, las grietas de flexión se pueden encontrar algunas veces en la parte inferior de los miembros. Las grietas debido al esfuerzo cortante son grietas diagonales que usualmente ocurren en el alma de la viga. Estas grietas estructurales son usualmente grietas en una dirección.

**Tabla 6-34 Grado de daño por grietas en una dirección en la viga de concreto**

Grado de daño	Descripción
1	No se observan grietas.
2	El ancho de las grietas es menor a 0.2mm en intervalos de más de 1.0m
3	El ancho de las grietas es mayor a 0.2mm en intervalos de más de 1.0m
4	El ancho de las grietas es mayor a 0.2mm en intervalos entre 1.0 m y 0.5 m
5	El ancho de las grietas es mayor a 0.2mm en intervalos de menos de 0.5m



**Figura 6-28 Grietas en una dirección (debido a flexión en la viga)**

### 6.8.2 Grietas en dos direcciones

Casi no se observan grietas en dos direcciones en la viga de concreto. Cuando se observan grietas en dos direcciones, se deberá de investigar la reacción de dióxido de silicio alcalino de los agregados.

**Comentario [Lanamme181]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

Además se puede aclarar en el texto que no siempre las grietas se pueden deber a causas estructurales, ya que en el elemento pueden existir grietas por retracción y temperatura. (FHWA, 2012)

**Comentario [Lanamme182]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection, 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme183]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Colocar el grado de daño del ejemplo de la figura

**Comentario [Lanamme184]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme185]:**  
**VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8**  
 También se puede deber a problemas de retracción y temperatura (FHWA, 2012)

**Tabla 6-35 Grado de daño por grietas en dos direcciones en la viga de concreto**

Grado de daño	Descripción
1	No se observan grietas.
2	No aplica
3	El ancho de las grietas es menor de 0.2mm con intervalos mayores de 50cm
4	El ancho de las grietas es mayor de 0.2mm con intervalos menores de 50cm
5	El ancho de las grietas es mayor de 0.2mm y el concreto se empieza a descascarar.

**Comentario [Lanamme186]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.  
 Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme187]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Utilizar un término distinto ya que "No aplica" tiende a confundir a los usuarios. Por ejemplo: "No utilizar este grado de daño"

**6.8.3 Descascaramiento**

Referirse a la tabla 6-17 de grado de daño en el concreto debido al descascaramiento.

**Comentario [Lanamme188]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente



**Figura 6-29 Fisuras del concreto en las juntas de construcción**

**Comentario [Lanamme189]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Esta figura no corresponde con el daño "Descascaramiento". Cambiar al lugar correspondiente y colocar el grado de daño del ejemplo de la figura

**6.8.4 Acero de refuerzo expuesto**

Refiérase a la tabla 6-10 para la evaluación del grado de daño del acero de refuerzo expuesto.

**Comentario [Lanamme190]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente



**Figura 6-30 Oxidación en el acero de refuerzo.**

**Comentario [Lanamme191]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.  
 Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme192]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Colocar el grado de daño del ejemplo de la figura



### 6.8.5 Nidos de piedra y cavidades

Refiérase a la tabla 6-18 para la evaluación del grado de daño de los nidos de piedra y cavidades.



Figura 6-31 El acero de refuerzo está expuesto dentro de la cavidad

**Comentario [Lanamme193]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme194]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

### 6.8.6 Eflorescencia

Refiérase a la tabla 6-19 para la evaluación del grado de daño de la eflorescencia.



Figura 6-32 Eflorescencia en la viga principal (grado 4)

**Comentario [Lanamme195]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Colocar el grado de daño del ejemplo de la figura

**Comentario [Lanamme196]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme197]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

### 6.9 Viga diafragma

La evaluación del grado de daño de la viga diafragma de concreto es la misma que la de la viga principal de concreto. Ver apartados del 6.8.1 al 6.8.6.

### 6.10 Apoyos del puente

Para inspeccionar los apoyos, primero el inspector debe determinar qué tipo de apoyo fue previsto en el diseño (fijo, expansivo o rígido). El inspector debe consultar con los planos los tipos de apoyo utilizados en el puente. En Costa Rica la causa principal de daños en los apoyos es el movimiento

**Comentario [Lanamme198]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Revisar si esta figura corresponde con eflorescencia o se trata más bien de suciedad debido a colonias de animales en el puente

**Comentario [Lanamme199]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Definir en el texto correspondiente a cada daño la forma en que afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad de los elementos del puente.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme200]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTO 1  
La mayoría de tipos de daños definidos están enfocados en apoyos metálicos y excluye otros tipos de apoyo, por ejemplo, apoyos elastoméricos.

de la tierra en un sismo. Se debe registrar el número de apoyos utilizados para un puente y el grado de daño de la peor condición del apoyo. El inspector debe registrar las fotografías de los apoyos.

### 6.10.1 Rotura de pernos

El perno de anclaje es una pieza de metal comúnmente enroscado y ubicado con una tuerca y una arandela en un extremo. Se utiliza para asegurar en posición fija el apoyo del puente sobre la estructura. En la figura 6-35 se muestra un perno de anclaje deformado (grado de daño 3) y en la figura 6-36 se muestra el perno del anclaje cortado.

**Tabla 6-37 Grado de daño por rotura del perno de anclaje**

Grado de daño	Descripción
1	No se observan daños en el perno del anclaje
2	La tuerca no se encuentra en su posición original
3	El perno de anclaje está deformado.
4	El perno de anclaje se desplazó más de 5cm.
5	El perno de anclaje está completamente cortado.



**Figura 6-33 Deformación del perno**



**Figura 6-34 Pernos de anclaje cortados**

### 6.10.2 Deformación

**Tabla 6-38 Grado de daño por deformación del apoyo**

Grado de daño	Descripción
1	No se observan deformaciones.
2	Se observa una ligera deformación
3	Se observan deformaciones pero todavía funciona.
4	El apoyo está considerablemente deformado y deberá ser reemplazado.

**Comentario [Lanamme201]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme202]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection, 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme203]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Colocar el grado de daño de los ejemplos de las figuras

**Comentario [Lanamme204]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme205]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection, 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme206]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

El criterio 4 está relacionados con necesidades de intervención que se pueden prestar para confusión en lugar de indicar un criterio de daño consecuente con los criterios 1, 2, 3 y 5.



5	El apoyo está completamente deforme y no funciona como apoyo.
---	---



Figura 6-35 Deformación del apoyo (grado 5)

### 6.10.3 Inclinación

Tabla 6-39 Grado de daño por inclinación del apoyo

Grado de daño	Descripción
1	No se observa ninguna inclinación
2	No aplica
3	Ligeramente inclinado
4	No aplica
5	Está considerablemente inclinado y no tiene función como apoyo



Figura 6-36 Inclinación del apoyo (grado 5)

### 6.10.4 Desplazamiento

Tabla 6-40 Grado de daño por desplazamiento del apoyo

Grado de daño	Descripción
1	No hay desplazamiento en el apoyo
2	No aplica

**Comentario [Lanamme207]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme208]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme209]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Utilizar un término distinto ya que "No aplica" tiende a confundir a los usuarios. Por ejemplo: "No utilizar este grado de daño"

**Comentario [Lanamme210]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme211]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme212]:**  
VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Utilizar un término distinto ya que "No aplica" tiende a confundir a los usuarios. Por ejemplo: "No utilizar este grado de daño"

3	El apoyo está ligeramente desplazado
4	No aplica
5	El apoyo se desplazó más de 5cm de su posición original.



Figura 6-37 Movimiento del apoyo (grado 5)

## 6.11 Viga cabezal y aletones del bastión

Los procedimientos de inspección para la viga cabezal y los aletones son los siguientes.

### 6.11.1 Grietas en una dirección

Refiérase a la tabla 6-15 para la evaluación del grado de daño de grietas en una dirección.

### 6.11.2 Grietas en dos direcciones

Refiérase a la tabla 6-16 para la evaluación del grado de daño de grietas en dos direcciones.

### 6.11.3 Descascaramiento

Refiérase a la tabla 6-17 para la evaluación del grado de daño de descascaramiento en el concreto.

### 6.11.4 Acero de refuerzo expuesto

Refiérase a la tabla 6-10 para la evaluación del grado del acero de refuerzo expuesto.

### 6.11.5 Nidos de piedra

**Comentario [Lanamme213]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Definir en el texto correspondiente a cada daño la forma en que afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad de los elementos del puente.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

Refiérase a la tabla 6-18 para la evaluación del grado de los nidos de piedra.

### 6.11.6 Eflorescencia

Refiérase a la tabla 6-19 para la evaluación del grado de daño de la eflorescencia.

### 6.11.7 Protección del talud

El problema principal de los aletones en Costa Rica no es la deficiencia estructural de éstos, sino más bien el colapso del relleno de aproximación cerca de los aletones como se muestra en la figura 6-40. El inspector debe inspeccionar cuidadosamente el colapso del relleno de aproximación cerca del aletón.

**Tabla 6-41 Grado de daño por protección del talud**

Grado de daño	Descripción
1	No hay daños en el talud del relleno de aproximación
2	No aplica
3	El talud del relleno de aproximación colapsó ligeramente.
4	No aplica
5	El colapso del talud reduce al ancho de la vía.



**Figura 6-38 Relleno de aproximación**

### 6.12 Cuerpo principal del bastión

Los problemas más comunes en el bastión observados durante la inspección son la falla del material de construcción, el desplazamiento y la socavación. El material de construcción principal para el bastión es el concreto y los tipos de fallas del concreto son similares a las de la viga de

**Comentario [Lanamme214]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

Como se intenta explicar en el texto, en este caso no se está evaluando el aletón sino el relleno de aproximación. Aclarar este punto y valorar la posibilidad de evaluar el relleno de aproximación de forma independiente a los aletones y viga cabezal.

**Comentario [Lanamme215]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Utilizar un término distinto ya que "No aplica" tiende a confundir a los usuarios. Por ejemplo: "No utilizar este grado de daño"

**Comentario [Lanamme216]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Colocar el grado de daño del ejemplo de la figura

concreto.

#### 6.12.1 Grietas en una dirección

Refiérase a la tabla 6-15 para la evaluación del grado de daño de grietas en una dirección.

#### 6.12.2 Grietas en dos direcciones

Refiérase a la tabla 6-16 para la evaluación del grado de daño de grietas en dos direcciones.

#### 6.12.3 Descascaramiento

Refiérase a la tabla 6-17 para la evaluación del grado de daño de descascaramiento en el concreto.

#### 6.12.4 Acero de refuerzo expuesto

Refiérase a la tabla 6-10 para la evaluación del grado del acero de refuerzo expuesto.

#### 6.12.5 Nidos de piedra

Refiérase a la tabla 6-18 para la evaluación del grado de los nidos de piedra.

#### 6.12.6 Eflorescencia

Refiérase a la tabla 6-19 para la evaluación del grado de daño de la eflorescencia.

#### 6.12.7 Pérdida del talud de protección en frente del bastión

El colapso del talud en frente del bastión tipo marco se observa frecuentemente en Costa Rica y es la causa principal del deterioro de la vía de aproximación y del bastión. La figura 6-41 muestra el colapso típico del talud de protección y una contramedida inadecuada.

**Tabla 6-42 Grado de daño por colapso de la protección**

Grado de daño	Descripción
1	No hay daño en el talud
2	No aplica
3	El talud en frente del bastión está deformado ligeramente.
4	No aplica.

**Comentario [Lanamme217]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Definir en el texto correspondiente a cada daño la forma en que afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection, 1st edition, 2013

**Comentario [Lanamme218]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme219]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.

**Comentario [Lanamme220]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Utilizar un término distinto ya que "No aplica" tiende a confundir a los usuarios. Por ejemplo: "No utilizar este grado de daño"

5	El talud en frente del bastión colapsó.
---	---



Figura 6-39 Colapso de la protección enfrente del bastión (Grado 5)

### 6.12.8 Inclinación

La inclinación del bastión incluye el movimiento vertical, lateral o rotacional de la estructura. Las causas principales de la inclinación del bastión son la falla del talud, la filtración de agua y los sismos.

Tabla 6-43 Grado de daño por inclinación del bastión

Grado de daño	Descripción
1	No se observa movimiento
2	No aplica
3	Se confirma visualmente el movimiento ligero
4	No aplica
5	La inclinación es notable



Figura 6-40 Inclinación del bastión por sismo (grado 5).

**Comentario [Lanamme221]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme222]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.

**Comentario [Lanamme223]:**  
 VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
 Utilizar un término distinto ya que "No aplica" tiende a confundir a los usuarios. Por ejemplo: "No utilizar este grado de daño"

### 6.12.9 Socavación en la fundación

La socavación es la erosión de material causada por el agua en movimiento. La socavación puede causar desgaste en el material de relleno en el bastión por la filtración de agua. En la figura 6-43 se muestra un ejemplo del colapso de la protección del talud en frente del bastión tipo marco debido al flujo del río. En caso del bastión tipo marco, si la protección del talud en frente del bastión colapsara por socavación, el grado de daño debe ser de cinco.

**Tabla 6-44 Grado de daño por socavación en la fundación**

Grado de daño	Descripción
1	No se observa socavación
2	No aplica.
3	Se observa socavación pero no se extiende a la fundación
4	No aplica.
5	Aparece socavación por la fundación



**Figura 6-41 Colapso total de la protección del talud frente al bastión.**

### 6.13 Martillo de la pila

Los problemas más comunes observados durante la inspección para el martillo de una pila son la falla en los materiales de construcción. La evaluación del grado de daño es igual a la mencionada para la viga de concreto.

#### 6.13.1 Grietas en una dirección

Refiérase a la tabla 6-15 para la evaluación del grado de daño de grietas en una dirección.

**Comentario [Lanamme224]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente

**Comentario [Lanamme225]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad.

**Comentario [Lanamme226]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Utilizar un término distinto ya que "No aplica" tiende a confundir a los usuarios. Por ejemplo: "No utilizar este grado de daño"

**Comentario [Lanamme227]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Colocar el grado de daño del ejemplo de la figura

**Comentario [Lanamme228]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTO 1  
Este término refiere a pilas tipo cabeza de martillo y se podría prestar para confusión. Cambiar el término por: "Viga cabezal de la pila"

**Comentario [Lanamme229]:**

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8  
Definir en el texto correspondiente a cada daño la forma en que afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y/o la durabilidad de los elementos del puente.

### 6.13.2 Grietas en dos direcciones

Refiérase a la tabla 6-16 para la evaluación del grado de daño de grietas en dos direcciones.

### 6.13.3 Descascaramiento

Refiérase a la tabla 6-17 para la evaluación del grado de daño de descascaramiento en el concreto.

### 6.13.4 Acero de refuerzo expuesto

Refiérase a la tabla 6-10 para la evaluación del grado del acero de refuerzo expuesto.

### 6.13.5 Nidos de piedra

Refiérase a la tabla 6-18 para la evaluación del grado de los nidos de piedra.

### 6.13.6 Eflorescencia

Refiérase a la tabla 6-19 para la evaluación del grado de daño de la eflorescencia.

## 6.14 Cuerpo principal de la pila

Los problemas más comunes observados durante la inspección del cuerpo principal de la pila son el deterioro en el material de construcción, la inclinación y la socavación. El material principal para la construcción de la pila es el concreto y los tipos de deterioro son similares a los citados para la viga de concreto.

### 6.14.1 Grietas en una dirección

Refiérase a la tabla 6-15 para la evaluación del grado de daño de grietas en una dirección.

### 6.14.2 Grietas en dos direcciones

Refiérase a la tabla 6-16 para la evaluación del grado de daño de grietas en dos direcciones.

### 6.14.3 Descascaramiento

Refiérase a la tabla 6-17 para la evaluación del grado de daño de descascaramiento en el concreto.

#### Comentario [Lanamme230]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Definir en el texto correspondiente a cada daño la forma en que afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad de los elementos del puente.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013



#### 6.14.4 Acero de refuerzo expuesto

Refiérase a la tabla 6-10 para la evaluación del grado del acero de refuerzo expuesto.

#### 6.14.5 Nidos de piedra

Refiérase a la tabla 6-18 para la evaluación del grado de los nidos de piedra.

#### 6.14.6 Eflorescencia

Refiérase a la tabla 6-19 para la evaluación del grado de daño de la eflorescencia.

#### 6.14.7 Inclinación

Las causas principales de la inclinación son la falla en el apoyo del suelo, la consolidación del suelo, socavación y deterioro del material de la fundación. El movimiento rotacional y lateral de las pilas puede ser causado por el hundimiento asimétrico del suelo debido a las fuerzas excesivas transversales o longitudinales, tales como las fuerzas sísmicas. Se debe prestar especial atención en inspecciones posteriores a sismos, ya que puede que el daño de la pila no se note a simple vista. La inspección para la inclinación de la pila debe incluir la verificación de la alineación de la baranda del puente. Si la inclinación de la pila es notable, el registro del daño deberá ser de cinco sin importar el grado de inclinación.

#### Comentario [Lanamme231]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad de los elementos del puente

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

#### 6.14.8 Socavación en la fundación

Las fundaciones por lo general se encuentran completamente enterradas y por lo tanto, no pueden ser inspeccionadas visualmente. Sin embargo, las fundaciones que están expuestas debido a la erosión del suelo u otros factores deben ser inspeccionadas. Para evaluar el puntaje de la socavación en la fundación puede referirse la tabla 6-45.

#### Comentario [Lanamme232]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Definir en el texto cómo este daño afecta la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad de los elementos del puente

Tabla 6-45 Grado de daño por socavación en la fundación

Grado de daño	Descripción
1	No se observa socavación
2	No aplica
3	Se observa socavación pero no se extiende a la fundación
4	No aplica
5	La fundación aparece por la socavación

#### Comentario [Lanamme233]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Redefinir los criterios de evaluación considerando la forma en que los daños afectan la estructura, el tránsito sobre el puente y /o la durabilidad.

Revisar criterios con AASHTO Manual for Bridge Element Inspection , 1st edition, 2013

#### Comentario [Lanamme234]:

VER TABLA 5-6, ASPECTOS 6 Y 8

Utilizar un término distinto ya que "No aplica" tiende a confundir a los usuarios. Por ejemplo: "No utilizar este grado de daño"





**Figura 6-42 Socavación en la fundación (grado 5)**



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

# **ANEXO 2 OBSERVACIONES EN EL CONTEXTO DE LA ACTUALIZACIÓN DEL CAPÍTULO 5 2014**

---

Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica / Tel: (506) 2511-2500 Fax: (506) 2511-4440  
direccion.lanamme@ucr.ac.cr / www.lanamme.ucr.ac.cr

# Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

## Capítulo 5 Guía de recopilación de datos de Inventario

### 5.1. Introducción

Esta guía de recopilación corresponde a la información que se debe obtener para completar los formularios de inventario e inspección visual de daños mencionados en el capítulo 4. Los inspectores que preparan la inspección del puente deben conocer la información de este capítulo. El inspector debe llenar cada uno de los formularios en el sitio de inspección y luego introducir los datos en el SAEP.

### 5.2. Recopilación de datos de información general para la identificación del puente

#### A. Información del Puente

Todos los formularios cuentan con el mismo encabezado, el cual contiene los datos de información general para cada puente; una vez que los datos son introducidos en el sistema, éstos aparecen en la impresión del reporte de cada uno de ellos.

Con el fin de que se cuente con toda la información técnica relevante de cada elemento del puente, se debe completar un formulario de inspección para cada superestructura del puente y se debe calificar con grado de daño cada una de las subestructuras con que cuenta la estructura.

A continuación se describe como se debe realizar la recopilación de datos.

#### 5.2.1 Tipo de ruta

Se selecciona el tipo de ruta en que se encuentra localizado el puente, puede ser Ruta Nacional o Ruta Cantonal.

#### 5.2.2 Nombre del puente

Generalmente en Costa Rica cuando un puente cruza un río éste lleva el nombre del mismo. De lo

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

contrario si el puente cruza sobre una carretera o vía férrea hay que verificar planos o información del puente para obtener este dato, sino se cuenta con ese dato se debe consultar con algún oficial de gobierno ya sea la Dirección de Puentes del MOPT, el CONAVI o la Municipalidad respectiva. En este campo no se debe anotar el tipo de estructura, únicamente se requiere el nombre del río, quebrada o de la estructura según corresponda (Ej.: Río Cañas, Quebrada Alcornoque, etc.)

### 5.2.3 Versión

Este dato lo genera automáticamente el SAEP, el Sistema genera el número uno en esa casilla cuando se ingresa por primera vez la información de Inspección de Inventario del Puente. En caso de que el puente sea intervenido mediante una Rehabilitación o sea sustituido por razones técnicas o por colapso del existente, el programa automáticamente continuará con un número consecutivo a la versión anterior. Cada vez que se realiza una nueva versión del Puente se deben completar los formularios de inventario y de inspección. En el caso en que la nueva versión se lleve a cabo por una Rehabilitación se deben completar los datos de la Pestaña “Rehabilitación” (ver punto 5.9 de este Capítulo)

### 5.2.4 Ruta

Se refiere a la clasificación de la ruta donde está ubicado el puente, según la ley número 5060 “Ley general de caminos públicos y sus reformas” se definen como rutas primarias a la red de rutas que sirven de corredores caracterizados por volúmenes de tránsito relativamente altos y con una alta proporción de viajes internacionales, interprovinciales o de la larga distancia; rutas secundarias son las que conectan cabeceras cantonales importantes, así como otros centros de población, producción o turismo; rutas terciarias son aquellas que sirven de colectoras del tránsito para las carreteras primarias y secundarias y las rutas cantonales son las que están administradas por las municipalidades que incluyen los caminos vecinales, locales y los no clasificados. Las rutas primarias, secundarias y terciarias son definidas como tales por la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT según el tránsito promedio diario de cada una. Las rutas nacionales son las que se clasifican en primarias, secundarias o terciarias. En caso de puentes en rutas cantonales, se debe seleccionar: “Cantonal”. En la tabla 5-1 se muestran las opciones .

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

**Tabla-5-1 Datos del tipo de ruta**

NÚMERO	TIPO DE RUTA
1	PRIMARIA
2	SECUNDARIA
3	TERCIARIA
4	CANTONAL

### 5.2.5 Ruta N°

Se refiere al número de Ruta en que se encuentra ubicado el puente. Únicamente debe ser llenado cuando la estructura está localizada en una Ruta Nacional. De no conocer el dato se debe consultar con algún oficial de gobierno de la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT.

### 5.2.6 Kilómetro

Se refiere al kilómetro en el cual está ubicado el inicio del puente. El kilómetro de inicio corresponde al kilómetro más bajo dentro de la ruta en que se encuentra localizada la estructura. Para realizar una verificación de la información obtenida en campo, la Dirección de Planificación Sectorial cuenta con información sobre el kilómetro donde está ubicado el puente, este dato es tomado en el centro de la estructura.

### 5.2.7 Localización: Provincia, Cantón, Distrito

Se define la ubicación del puente según la provincia, cantón y distrito. Para esta información existen opciones de las cuales se puede obtener el dato correcto. A continuación se muestra un ejemplo de parte de la tabla de opciones en el caso de la provincia de San José.

**Tabla-5-2 Ejemplo de datos de localización**

NÚMERO	PROVINCIA	NÚMERO	CANTÓN	NÚMERO	DISTRITO
1	SAN JOSÉ	01	SAN JOSÉ	01	CARMEN
				02	MERCED
				03	HOSPITAL
				04	CATEDRAL
				05	ZAPOTE
				06	S. FRANCISCO DOS RIOS
				07	URUCA

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

			08	MATA REDONDA
			09	PAVAS
			10	HATILLO
			11	SAN SEBASTIAN
	02	ESCAZÚ	01	ESCAZU
			02	SAN ANTONIO
			03	SAN RAFAEL
	03	DESAMPARADOS	01	DESAMPARADOS
			02	SAN MIGUEL
			03	SAN JUAN DE DIOS
			04	SAN RAFAEL ARRIBA
			05	SAN ANTONIO
			06	FRAILES
			07	PATARRA
			08	SAN CRISTOBAL
			09	ROSARIO

### 5.2.8 Encargado

Se debe de determinar las zonas del CONAVI que está encargada del mantenimiento del puente, en el caso de los puentes en rutas cantonales es la Municipalidad del cantón. A continuación en la tabla 5-3 se presenta la información de donde se debe seleccionar ese dato. Ver Anexo No.1 donde se detallan los lugares que incluye cada Zona del CONAVI.

**Tabla-5-3 Datos de las instituciones encargadas de la administración**

NÚMERO	OFICINA	NÚMERO	OFICINA
1	MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN	13	ZONA 2-3 SANTA CRUZ
2	Zona 1-1 SAN JOSÉ	14	ZONA 2-4 NICOYA
3	Zona 1-2 PURISCAL	15	ZONA 3-1 PUNTARENAS
4	Zona 1-3 LOS SANTOS	16	ZONA 3-2 QUEPOS
5	Zona 1-4 ALAJUELA	17	ZONA 4-1 PEREZ ZELEDÓN
6	Zona 1-5 ALAJUELA NORTE	18	ZONA 4-2 BUENOS AIRES
7	Zona 1-6 SAN RAMÓN	19	ZONA 4-3 SUR-SUR
8	Zona 1-7 CARTAGO	20	ZONA 5-1 GUÁPILES
9	Zona 1-8 TURRIALBA	21	ZONA 5-2 LIMÓN
10	Zona 1-9 HEREDIA	22	ZONA 6-1 SAN CARLOS

**Comentario [Lanamme1]:**  
VER TABLA 5-5, ASPECTO 1

En la lista de los encargados del mantenimiento de puentes no se encuentra la opción para rutas administradas por Concesión

**Comentario [Lanamme2]:**  
VER TABLA 5-5, ASPECTO 1

Agregar a las opciones para el encargado de mantenimiento del puente el ítem "Concesionario"



## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

11	Zona 2-1 LIBERIA	23	ZONA 6-2 LOS CHILES-GUATUSO
12	Zona 2-2 CAÑAS		

### 5.2.9 Sección de Control

Este dato se ingresa únicamente para rutas nacionales, corresponde a un código de cinco dígitos; los primero cuatro identifican la sección a la que pertenece el sitio. Dicha información debe ser consultada con algún oficial de gobierno de la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT.

### 5.2.10 Código Puente

Corresponde a un número que identifica a la estructura. Este código es definido por la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT, razón por la cual se debe consultar con algún oficial de gobierno de esa dependencia.

### 5.2.11 Latitud norte y Longitud oeste

Se refiere a la localización del puente según sus coordenadas. Para obtener este dato es necesario que el inspector porte un aparato de sistema de posicionamiento global conocido como GPS por sus siglas en inglés. Los datos de las coordenadas de Latitud norte y Longitud oeste de la estructura, deben tomarse en el kilómetro de inicio del puente.

Además el SAEP realiza el cálculo automáticamente, de los datos de latitud total y longitud total de la estructura.

### 5.2.12 Fecha de diseño

Este dato se puede encontrar en los planos (ver hoja de plan general), de no ser así se debe consultar con algún oficial de gobierno ya sea en la Dirección de Puentes del MOPT, el CONAVI o la Municipalidad respectiva. Si no existe ninguna información se debe indicar en el informe y se debe seleccionar "NO" en el Sistema.

# Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

## 5.2.13 Fecha de construcción

Este dato puede obtenerse de la placa con que cuenta el puente, en caso que la placa mencione un período, se debe incluir el año menor que aparece, si el puente no tiene ninguna placa se debe consultar con algún oficial de gobierno ya sea en la Dirección de Puentes del MOPT, CONAVI o la Municipalidad respectiva. Si no existe ninguna información se debe indicar en el informe y se debe seleccionar “NO” en el Sistema.

## 5.3. Recopilación de datos del formulario-1. Inventario básico del puente

Este formulario se divide en siete partes: Elementos Básicos, Dimensiones del camino, Otros (Ubicación, Vista panorámica, Observaciones, Antecedentes de Rehabilitación, Antecedentes de Inspección Detallada, Antecedentes de Mantenimiento), Superestructura, Subestructura, Fotos y Planos. Para cada una de estas partes se debe recopilar los datos en el sitio y verificarlos con la información contenida en los planos del puente. Cuando no se logre tomar alguna medida en sitio que debe ser ingresada en el Sistema, se debe indicar un comentario al respecto en las observaciones.

### A. Elementos Básicos

- Información Básica

#### 5.3.1. Dirección de la vía

Se refiere al lugar hacia el cual se dirige el puente (cabecera de cantón, distrito o cualquier poblado que se pueda identificar en los mapas 1:50000), utilizando como punto de referencia el kilómetro de inicio del mismo. Generalmente este dato se encuentra en la hoja del plan general de los planos del puente.

#### 5.3.2. Tipo de estructura

Para este caso existen opciones de tipos de estructura determinadas las cuales son: puente, paso superior, paso inferior, vado, alcantarilla y otros. Las definiciones y descripción de estas estructuras se encuentran en el capítulo 1 del manual y en la tabla 5-4 se observan las opciones.

#### Comentario [Lanamme3]:

##### VER TABLA 5-5, ASPECTO 2

La descripción utilizada para determinar la dirección de la vía aparenta no ser suficiente para definir este parámetro.

Definir y complementar con ejemplos la definición de la dirección de la vía.



## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

**Tabla-5-4 Datos del tipo de estructura**

NÚMERO	TIPO DE ESTRUCTURA
1	PUENTE
2	PASO SUPERIOR
3	PASO INFERIOR
4	VADO
5	ALCANTARILLA
6	OTRO

### 5.3.3. Carga Viva

El tipo de carga viva asignada para el diseño del puente se establece en las especificaciones y normas utilizadas en el año de diseño del mismo, si se cuenta con los planos del puente este dato se puede encontrar en la hoja de plan general, de lo contrario se debe coordinar con algún oficial de gobierno ya sea en la Dirección de Puentes del MOPT, CONAVI o la Municipalidad respectiva.

Se encuentran tipos de cargas estándares según las especificaciones utilizadas. El camión tipo H es un vehículo de una sola unidad con dos ejes, . El camión denominado HS comprende vehículos de tres ejes. Cuando no se conoce la carga de diseño del puente, se debe indicar en el informe y se debe registrar "NO SE TIENE INFORMACIÓN" en el Sistema, a continuación se mencionan en la tabla 5-5 los tipos de carga.

**Tabla-5-5 Datos del tipo de carga de diseño**

NÚMERO	CARGA DE DISEÑO
1	H20-44
2	H15-44
3	H10-44
4	HS25-44
5	HS20+25%
6	HS20-44
7	HS15-44
8	HL-93
9	NO SE TIENE INFORMACIÓN

**Comentario [Lanamme4]:**

**VER TABLA 5-5, ASPECTO 3**

En la actualización del capítulo 5 del Manual de Inspección se incluyeron criterios para ingresar datos de alcantarillas en el programa SAEP. Esto no se considera conveniente, ya que el sistema aparenta no estar programado para procesar este tipo de estructuras.

Además, el Manual de Inspección y el SAEP omiten aspectos para inventario del ámbito hidráulico que son importantes para la evaluación del estado de conservación de una alcantarilla.

No incluir las alcantarillas en el Manual de Inspección de Puentes ni en el programa SAEP.

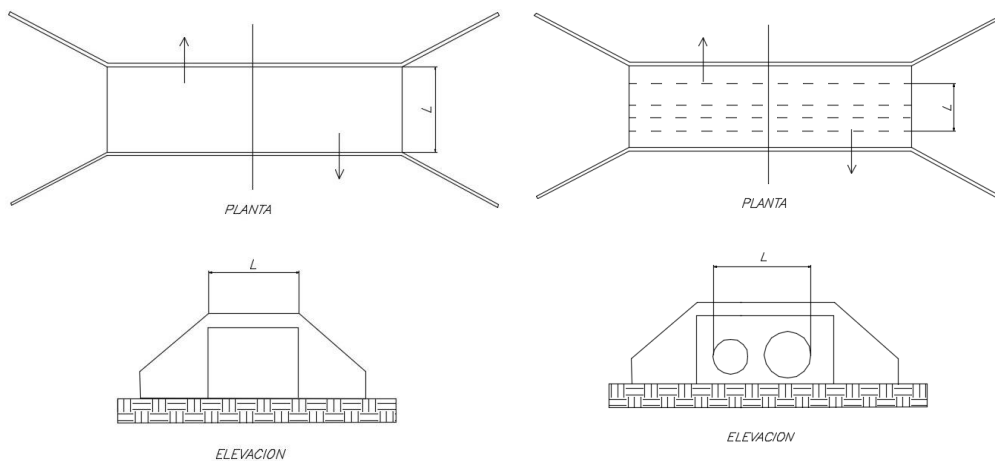
Evaluar la necesidad de desarrollar un Manual de Inspección para Alcantarillas, que incluya criterios de hidráulica que no están cubiertos por el Manual de Inspección de Puentes.

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

### 5.3.4. Longitud Total

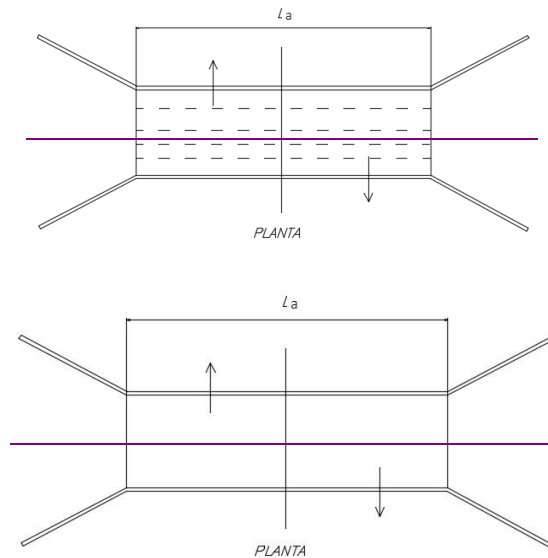
Se refiere a la suma total de la longitud de cada tramo del puente. Es la distancia comprendida entre la línea centro de los apoyos inicial y final ubicados en los bastiones. El dato se debe de obtener en metros. En caso que no existan planos para obtener la distancia de línea de centro de apoyos, se permitirá tomar la medida en campo de junta a junta. Se deberá especificar en el texto de observaciones del informe y del Sistema, cómo se obtuvo este dato.

~~En el caso de las alcantarillas, la longitud total que requiere el sistema se asocia al área de pavimento que resulta afectado en caso de algún problema en la estructura; por tal razón en este campo se requiere indicar la longitud paralela a la dirección de la vía, la cual corresponde a la distancia máxima entre las paredes exteriores de las alcantarillas o baterías de alcantarillas (más de una celda o diámetros de alcantarillas), ver figura 5.1. Adicionalmente, se debe incluir en el campo de observaciones el dato de la longitud de la alcantarilla ( $L_a$ ), entendida como la distancia a lo largo de su eje y medida entre caras externas de cabezales de entrada y salida que físicamente están perpendicular a la vía, ver figura 5.2.~~



**Figura 5-1 Longitud total de alcantarillas**

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014



**Figura 5-2 Longitud de alcantarillas ( $L_a$ )**

### 5.3.5. Especificación

Corresponde a la Especificación de diseño de la estructura. Los puentes que existen en Costa Rica están diseñados con base en las Especificaciones Estándares para los Puentes de Carretera emitido por la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Oficiales de Transporte (AASHTO). Además a partir del año 1994 aparece la norma de diseño de carga última LRFD por lo que también se debe de tomar en cuenta. Este dato se puede encontrar en los planos (ver hoja de plan general), de no ser así se debe consultar con algún oficial de gobierno ya sea en la Dirección de Puentes del MOPT, CONAVI o la Municipalidad respectiva. Cuando no se conoce este dato, se debe indicar en el informe y se debe registrar "NO SE TIENE INFORMACIÓN" en el Sistema, a continuación se mencionan en la tabla 5-6 los tipos de especificaciones.

**Tabla-5-6 Datos para la especificación de diseño del puente**

NÚMERO	ESPECIFICACIÓN DE DISEÑO DEL PUENTE
1	AASHTO 1941 3 ED
2	AASHTO 1944 4 ED
...	...

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

9	AASHTO LRFD 2012 6 ED
10	NO SE TIENE INFORMACIÓN

### 5.3.6. Número de Superestructuras

Se refiere a la sumatoria de todos los tipos de superestructura que presenta un mismo puente. Una característica es que cada tipo de superestructura se encuentra separada por juntas de expansión, es decir, si “n” es la cantidad de juntas de expansión total del puente, existen “n-1” tipos de superestructuras (ver anexo 2 donde se encuentran ejemplos de diferentes tipos de puentes que sirven como guía para anotar este dato).

~~En el caso de las alcantarillas debe indicarse 1 (una) superestructura independientemente del número de alcantarillas o celdas que conformen la estructura.~~

### 5.3.7. Número de subestructura

Es la cantidad total de bastiones y pilas de un puente. ~~En el caso de las alcantarillas se deben indicar 2 (dos) subestructuras que corresponden al cabezal de entrada y cabezal de salida (incluyendo los altonos en caso de que existan).~~

### 5.3.8. Número de tramos

Se refiere al número de tramos en que se divide el puente.

### 5.3.9. Longitud de desvío

Es la distancia que debe recorrer un vehículo para llegar al mismo destino debido al cierre del paso por un puente. Primero se debe determinar si existe o no longitud de desvío; si existe se debe de obtener la longitud en kilómetros.

### 5.3.10. Pendiente longitudinal

Es el porcentaje de la inclinación longitudinal del puente. La gran mayoría de los puentes cuentan con una sola pendiente longitudinal, en los casos particulares que se cuenten con pendientes diferentes se

#### Comentario [Lanamme5]: VER TABLA 5-5, ASPECTO 4

La descripción para la determinación de la longitud de desvío omite la idoneidad de la ruta alterna para los vehículos que transitan normalmente en la ruta a la cual pertenece el puente. Por ejemplo, si se determina una ruta alterna en un mapa y resulta que pasa por un camino donde sólo podrían transitar vehículos 4x4, se podrían excluir un gran número de vehículos que no cumplen con esta condición y podría implicar riesgos para los usuarios de la red vial.

Además, no se indica cuales serían los orígenes y destinos de las rutas para determinar la longitud de desvío

Definir criterios para determinar la idoneidad de la ruta de desvío. Incluir en el Manual de Inspección ejemplos donde se determine la longitud de desvío.

Incluir en el manual un anexo con los posibles orígenes y destinos de las rutas nacionales o establecer un criterio para definir estos puntos para determinar la longitud de la ruta de desvío. Por ejemplo: Utilizar como origen y destino los Pueblos o intersecciones inmediatamente aledaños al puente.

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

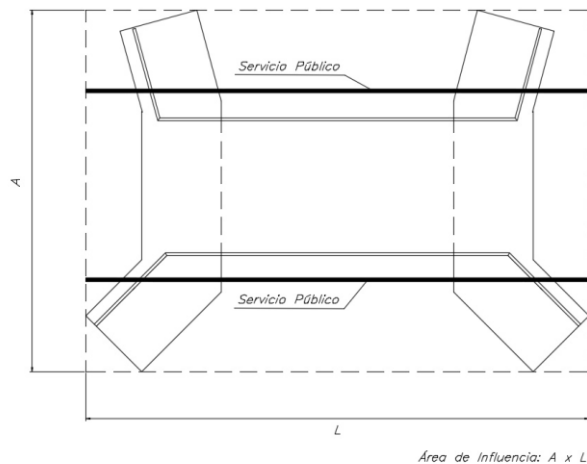
debe introducir el promedio de las mismas. Además cuando corresponde a un caso particular en las observaciones se debe anotar los diferentes porcentajes de pendientes para cada superestructura.

### 5.3.11. Servicios públicos

En los casos en que las tuberías o conductos para los servicios públicos como agua, gas, telecomunicación, oleoducto, entre otros, están conectados al puente los servicios al usuario pueden resultar afectados en una eventual intervención de la estructura; por tal razón deberán incluirse los tipos de servicios que estén adosados al puente así como aquellos que físicamente se encuentren en el área de influencia de la estructura (área rectangular que incluye las dimensiones de las fundaciones, ver figura 5.1). Cuando este sea el caso, se debe de tomar nota del tipo de servicio público. A continuación se presenta en la tabla con las diferentes opciones.

**Tabla-5-7 Datos de tipos de servicios públicos**

NÚMERO	TIPO DE SERVICIOS PÚBLICOS
1	AGUA
2	GAS
3	TELECOMUNICACIONES
4	OLEODUCTO
5	OTROS



**Figura 5-3 Dibujo de Área de Influencia de la Estructura**

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

### 5.3.12. Cruza sobre

Se refiere al nombre del río o estructura sobre o debajo de la cual atraviesa el puente.

- **Pavimento**

### 5.3.13. Tipo de pavimento y espesor

Se debe obtener información sobre el tipo de pavimento, en este caso se cuenta con varias opciones determinadas (asfalto, concreto, sin superficie de rodamiento, otros), además, se debe de obtener el espesor en milímetros del pavimento tanto de la capa original (este dato se puede obtener en los planos del puente usualmente son 50mm), como también de la sobrecapa si existe.

**Tabla-5-8 Datos de tipo de pavimento**

NÚMERO	TIPO DE PAVIMENTO
1	ASFALTO
2	CONCRETO
3	SIN SUPERFICIE DE RODAMIENTO
4	OTROS

- **Conteo de tráfico**

### 5.3.14. Conteo de tráfico

Se refiere al Transito Promedio Diario (TPD), se deben recopilar los datos del año en que se realizó el último conteo de tráfico, el total de vehículos que se midieron y por último el porcentaje de vehículos pesados de esa medición. Este dato debe consultarse con algún oficial de gobierno de la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT; si no existe dicha información se debe indicar expresamente en las observaciones

- **Restricciones**

### 5.3.15. Restricciones

**Comentario [Lanamme6]:**  
VER TABLA 5-5, ASPECTO 5

El término pavimento no es adecuado para la descripción brindada en el texto del manual.

Cambiar el término pavimentos por "Superficie de rodamiento".

**Comentario [Lanamme7]:**  
VER TABLA 5-5, ASPECTO 5

Este ítem no está definido en el Manual de Inspección.  
Definir el ítem "Sin Superficie de Rodamiento"

# Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

Se refiere al caso en que el puente presente alguna restricción. Si existe una restricción por carga se debe de obtener el dato en toneladas, si es por altura o ancho se debe de obtener en metros. Solo debe anotarse cuando en el sitio exista un rótulo que las indique, caso contrario se deben dejar los espacios en blanco e incluir un comentario.

## B. Dimensiones del camino

### 5.3.16. Dimensiones

Se debe obtener las medidas en metros del ancho total del puente, el ancho de la calzada, altura libre vertical tanto superior como inferior, ancho de vía de acceso y otras medidas de la sección transversal del puente.

Ancho del puente: Espacio comprendido entre los bordes exteriores de los elementos extremos de la sección transversal del puente. El ancho del puente es la suma del ancho de la calzada y aceras incluyendo barandas, excepto en el caso en que las barandas estén sujetas lateralmente al bordillo no se considerarán dentro del ancho del puente y por lo tanto no se debe anotar el ancho de la misma en  $w_1$ .

Ancho de calzada: La distancia entre las partes internas de los cordones.

Altura libre superior: Altura entre la rasante del paso inferior y la menor elevación de todos los elementos que componen la carretera existente. En el caso de las cerchas es la altura entre la rasante del puente y la elevación inferior del portal o armadura frontal de la cercha.

Altura libre vertical inferior: Altura existente entre la parte inferior de la viga de mayor peralte o altura y el nivel de agua máximo del río, o, a la rasante del camino o línea férrea para el caso de un paso superior. En caso de que el nivel de agua máximo no esté en planos, la medida se debe tomar según indicios visibles tales como: marcas de agua en la subestructura, marcas en la vegetación (altura a la que se encuentran expuestas las raíces), de ser posible el testimonio de algún vecino de la zona que identifique niveles de inundación para respaldar el dato de agua máxima. ~~En el caso de las alcantarillas, se debe indicar la máxima altura libre para el paso del agua (en caso de que existan alcantarillas de diferente altura o diámetro).~~ Se debe anotar en las observaciones como fue determinado este dato en sitio

Ancho de vía de acceso: Espacio destinado al tránsito de vehículos en el camino de acceso. El ancho de aproximación en la mayoría de los casos es mayor que la calzada del puente.

En la figura 5-2 se muestran las dimensiones que deben recopilar de los planos o en el sitio de la inspección.

#### Comentario [Lanamme8]: VER TABLA 5-5, ASPECTO 7

La metodología que se indica en el Manual de Inspección de Puentes para determinar el nivel de agua máximo no es práctica. Además, para determinar el nivel máximo de agua aparentemente se equiparan criterios empíricos para mediciones en campo con criterios de diseño hidráulico del puente.

Valorar la posibilidad de cambiar los criterios para determinar el nivel de agua máxima.

#### Comentario [Lanamme9]: VER TABLA 5-5, ASPECTO 7

En la definición no se aclara si en el "Ancho de vía de acceso" se debe incluir ancho de los espaldones. Indicar en el Manual de Inspección si en el ancho de la vía de acceso se debe incluir el ancho de espaldones.

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

**Dimensiones**

Ancho total:  m Calzada:  m

	1	2	3	4	5	6	7
W (m):	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
H (m):	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**Altura libre vertical**

Superior:  m Inferior:  m

**Ancho de vía de acceso**

Ancho:  m

**Figura 5-4 Dibujo de sección transversal del puente para mediciones**

**Comentario [Lanamme10]:**

**VER TABLA 5-5, ASPECTO 8**

La sección transversal de la figura 5-4 del Manual de Inspección no se ajusta a la situación existente en varios puentes del país.

Definir una metodología para determinar las dimensiones de la sección transversal cuando es distinta a la de la figura 5-4 del Manual de Inspección.

### 5.4. Recopilación de datos del formulario-2. Inventario básico del puente. Detalle de superestructura

El sistema de numeración para la superestructura es usado para la introducción de información en este formulario. Si existen planos y reportes de inspecciones previas, se debe de respetar la numeración utilizada. Si no existen memorias anteriores disponibles, el inspector debe de utilizar el sistema de identificación establecido. La numeración de la superestructura se determina basándose en la dirección de la ruta y el kilómetro de inicio para identificar tanto el inicio como el final del puente y a partir de ahí se determina como número uno la superestructura ubicada al inicio del mismo.

En cada una de las filas disponibles se debe de anotar para cada tipo de superestructura la información que se describe a continuación.

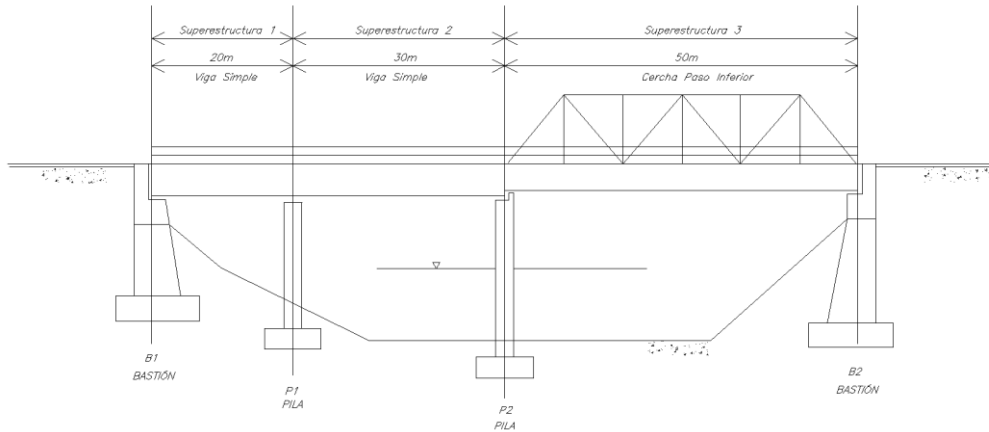
**Comentario [Lanamme11]:**

**VER TABLA 5-5, ASPECTO 9**

Al considerarse que la definición de la dirección de la vía no es suficiente (ver Tabla 5-5, ASPECTO 2 2) se afecta la identificación del puente también.



## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014



**Figura 5-5 Numeración de superestructura y subestructura**

### 5.4.1. Número de Superestructura

Es un dato para uso en el Sistema; se debe seleccionar el número de superestructura a la cual se va a introducir la información (ver anexo 2 donde se encuentran ejemplos de diferentes tipos de puentes que sirven como guía para anotar este dato).

- **Información básica**

### 5.4.2. Número de tramos

Se debe de anotar el número de tramos que presenta cada superestructura (ver anexo 2 donde se encuentran ejemplos de diferentes tipos de puentes que sirven como guía para anotar este dato).

### 5.4.3. Alineación de la planta

La alineación del puente se refiere a la ubicación en planta del puente respecto a un eje horizontal general. Existen tres tipos:

**Recto:** Cuando la línea centro del puente coincide o se mantiene constante sobre el eje horizontal general.

**Comentario [Lanamme12]:**  
VER TABLA 5-5, ASPECTO 10

Agregar la definición del "eje horizontal general" y considerar la opción de colocar una figura para definirlo.

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

*Sesgado*: Cuando la línea centro del puente está desfasada un ángulo “ $\theta$ ” respecto del eje horizontal general. Este dato se debe anotar en grados.

*Curvo*: El alineamiento del eje central del puente forma una curva horizontal con respecto al eje general.

En la tabla 5-9 se muestran las diferentes opciones.

**Tabla 5-9 Datos de alineación del puente**

NÚMERO	TIPO DE ALINEACIÓN
1	RECTO
2	SESGADO
3	CURVO

- **Estructura de viga principal**

#### 5.4.4. Material

En la tabla 5-10 se muestran las diferentes opciones de tipo de materiales para las vigas principales.

**Tabla 5-10 Datos de material de vigas principales**

NÚMERO	MATERIAL DE VIGAS PRINCIPALES
1	ACERO
2	CONCRETO PREESFORZADO
3	CONCRETO REFORZADO
4	MADERA
5	COMPUESTO CONCRETO-ACERO
6	OTROS

#### 5.4.5. Superestructura

Los diferentes tipos de superestructuras se mencionan en la tabla a continuación. **En el caso en que la estructura sea una alcantarilla debe seleccionarse la opción “OTROS”.**

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

**Tabla 5-11 Datos de tipo de superestructura**

NÚMERO	TIPO DE SUPERESTRUCTURA
1	VIGA SIMPLE
2	VIGA CONTINUA
3	MARCO RÍGIDO
4	CERCHA PASO INFERIOR
5	CERCHA PASO SUPERIOR
6	ARCO PASO INFERIOR
7	ARCO PASO SUPERIOR
8	COLGANTES
9	ATIRANTADOS
10	CERCHA DE MEDIA ALTURA
11	OTROS

### 5.4.6. Tipo de Viga

Se refiere al elemento que funciona predominantemente a flexión. En el caso de los sistemas de piso, los mismos se rigen por elementos a flexión. Existen seis tipos determinados de vigas principales que se muestran en la tabla 5-12. ~~En el caso en que la estructura sea una alcantarilla, debe seleccionarse la opción "OTROS".~~ En cuanto a puentes colgantes se debe elegir la opción "OTROS".

**Tabla 5-12 Datos de tipo de vigas principales**

NÚMERO	TIPO DE VIGAS PRINCIPALES
1	LOSA
2	VIGA I
3	VIGA T
4	VIGA CAJÓN
5	TRONCOS
6	OTROS

### 5.4.7. Longitud total

Se refiere a la longitud total en metros de la superestructura. En caso que no existan planos para obtener la distancia de línea de centro de apoyos, se permitirá tomar la medida en campo de junta a junta. Se deberá especificar en el texto de observaciones del informe y del Sistema, cómo se obtuvo este dato.-

~~En el caso de las alcantarillas, la longitud total que se debe ingresar en este campo corresponde a la longitud paralela a la dirección de la vía, la cual corresponde a la distancia máxima~~

#### **Comentario [Lanamme13]:**

##### VER TABLA 5-5, ASPECTO 11

Ver Tabla 6, punto 6.11.

La descripción del Tipo de viga en la Tabla 5-12 excluye los elementos estructurales principales de puentes con superestructuras distintas a tipo VIGA, por ejemplo: los cables de puentes colgantes, las armaduras y los arcos.

Muchos de estos tipos de puentes tienen elementos llamados críticos por fractura, los cuales podrían generar el colapso del puentes ante una falla del elemento debido a que no tienen algún tipo de redundancia.

Cambiar el nombre de la sección a "Tipo de elemento principal".

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

~~entre las paredes exteriores de las alcantarillas o baterías de alcantarillas (más de una celda o diámetros de alcantarillas), ver figura 5.4.~~

### 5.4.8. Longitud de tramo máximo

Esta longitud al igual que la anterior se debe de recopilar en metros y se refiere al tramo de mayor longitud de la superestructura analizada. ~~En el caso de alcantarillas la longitud de tramo máximo en superestructura es la misma que la longitud total.~~

### 5.4.9. Número de vigas

Corresponde a la cantidad de vigas que conforman la superestructura analizada. ~~En el caso de las alcantarillas corresponde al número de alcantarillas o celdas de la estructura.~~ En el caso de puentes colgantes siempre se debe indicar dos y en la observación se debe anotar la cantidad de cables que soportan el piso por cada lado y el diámetro de cada uno de los cables unitarios que conforman el grupo de cables existente. (Ej.: Puente Colgante sobre río Peñas Blancas, cuenta con 2 cables a cada lado compuesto por un grupo de 3 cables individuales de 2”).

### 5.4.10. Espaciamiento de vigas

Se debe anotar la separación que existe entre ejes de las vigas principales, este dato debe ser ingresado en metros. ~~En el caso de las alcantarillas el dato corresponde a la separación entre ejes de las alcantarillas (cuando solo es una alcantarilla el espacio se debe dejar en blanco).~~ Si el espaciamiento de vigas ~~y alcantarillas~~ es diferente entre cada una de ellas, se debe anotar el valor promedio del espaciamiento y además en observaciones se deberá indicar cuál es la distancia real (en metros) que existe entre cada uno de los elementos. En el caso de puentes colgantes, se refiere a la distancia entre el centro de los cables o grupos de cables a cada lado.

#### **Comentario [Lanamme14]:** VER TABLA 5-5, ASPECTO 12

Los nombres de los ítems de inventario aparentan excluir elementos para puentes con superestructura distinta a tipo VIGAS. Sin embargo, en la definición se brindan criterios para puentes colgantes y tipo cercha.

Cambiar el nombre de la sección 5.4.9 a "Número de elementos principales"

Agregar los criterios respectivos para todos los tipos de superestructura que se incluyen en la tabla 5-12.

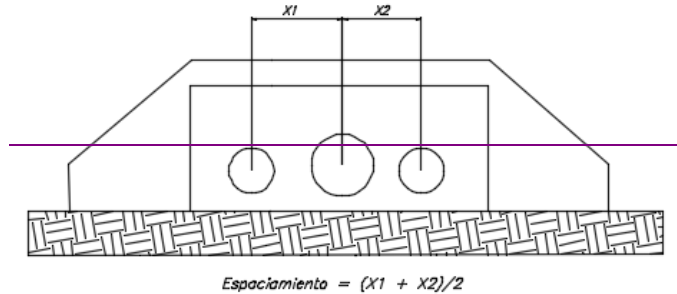
#### **Comentario [Lanamme15]:** VER TABLA 5-5, ASPECTO 12

Los nombres de los ítems de inventario aparentan excluir elementos para puentes con superestructura distinta a tipo VIGAS. Sin embargo, en la definición se brindan criterios para puentes colgantes y tipo cercha.

Cambiar el nombre de la sección 5.4.10 a "Distancia entre elementos principales"

Agregar los criterios respectivos para todos los tipos de superestructura que se incluyen en la tabla 5-12.

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014



**Figura 5-6 Espaciamiento de alcantarillas**

### 5.4.11. **Altura de la viga**

Se refiere a la altura de la viga principal de la superestructura respectiva, este dato se debe recopilar en metros. En caso de ser vigas con sección variable se ingresará el valor promedio. Cuando el tipo de superestructura es una cercha se debe anotar la altura máxima de la estructura. ~~Con respecto a las alcantarillas se debe anotar la altura de la alcantarilla (diámetro o altura de la celda), si las alcantarillas tienen dimensiones diferentes, se deberá anotar el dato de la alcantarilla de mayor tamaño y se deberá anotar en las observaciones del Sistema el dato de altura de cada alcantarilla.~~ Además para los puentes colgantes lo que se requiere conocer es la flecha de la catenaria, para obtenerla se debe indicar como altura, la distancia vertical entre el apoyo de las vigas transversales y la montura del cable en las torres. Además en las observaciones se debe incluir la distancia vertical entre el cable y el piso y de ser conocida la distancia de la contraflecha, también es necesario anotar la distancia entre la torre y el bloque de anclaje.

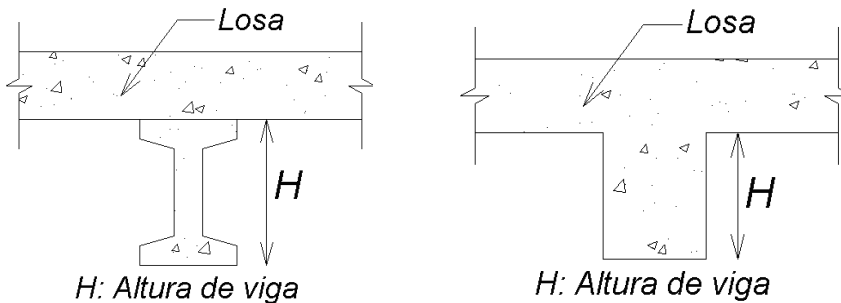
**Comentario [Lanamme16]:**

**VER TABLA 5-5, ASPECTO 12**

Los nombres de los ítems de inventario aparentan excluir elementos para puentes con superestructura distinta a tipo VIGAS. Sin embargo, en la definición se brindan criterios para puentes colgantes y tipo cercha.

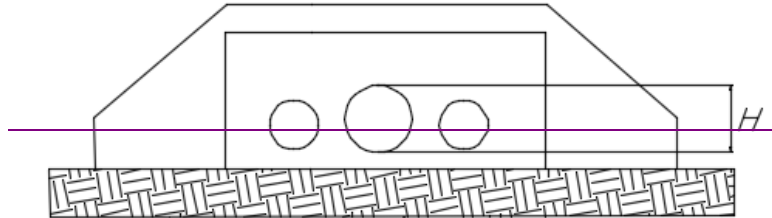
Cambiar el nombre de la sección 5.4.11 a "Altura de elementos principales"

Agregar los criterios respectivos para todos los tipos de superestructura que se incluyen en la tabla 5-12.



**Figura 5-7 Dibujo Altura de vigas**

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014



*ELEVACION*

**Figura 5-8 Dibujo Altura de alcantarillas**

- **Tipo Junta de Expansión**

#### 5.4.12. Ubicación inicial y ubicación final

En la tabla a continuación se mencionan los tipos de juntas de expansión.

**Tabla 5-13 Datos de tipos de juntas de expansión**

NÚMERO	TIPO DE JUNTA DE EXPANSIÓN
1	JUNTAS ABIERTAS
2	JUNTAS SELLADAS
3	JUNTAS DE PLACAS DE ACERO DESLIZANTES
4	JUNTAS DE PLACAS DENTADAS
5	NO TIENE
6	NO SE TIENE INFORMACION
9	OTROS

- **Losa**

#### 5.4.13. Materiales

Se muestran en la tabla 5-14 cuatro opciones del material de losa.

**Tabla 5-14 Datos de material de la losa**

NÚMERO	MATERIAL PARA LA LOSA
1	CONCRETO

**Comentario [Lanamme17]:**  
VER TABLA 5-5, ASPECTO 13  
 El término "Losa" del ítem de inventario refiere a un elemento de concreto, sin embargo, el ítem abarca elementos de otro tipo de material.  
 Cambiar el nombre del ítem a "Tablero".

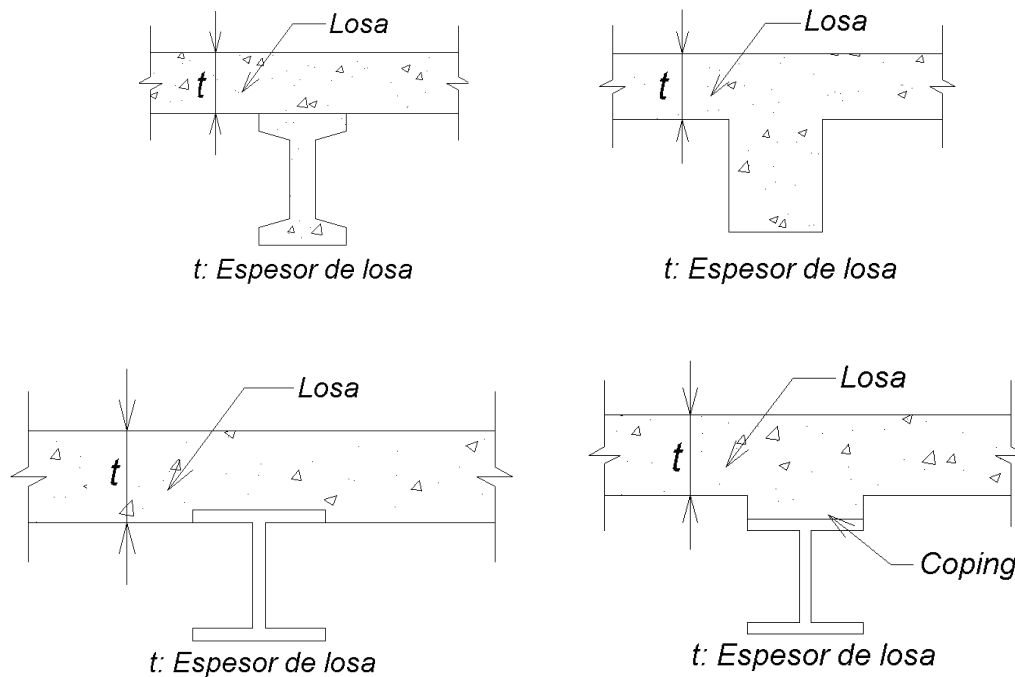
## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

2	ACERO
3	MADERA
9	OTROS

En el caso de los puentes tipo losa la información se ingresa en los datos de superestructura.

### 5.4.14. Espesor

Se debe de anotar el espesor de la losa en metros.



**Figura 5-7 Espesor de losa**

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

- Características de la pintura

### 5.4.15. Tipo de pintura

Este ítem aplica en el caso que la superestructura sea de acero. El sistema de protección contra la corrosión en estructuras de acero puede ser mediante dos formas:

1. **Sistema de barrera:** conformado de 3 capas: primario el cual protege al sustrato de acero (ej: minio rojo tipo I o II, silicato de magnesio, cromato de zinc, minio de óxido de hierro, silicio cromato básico de plomo tipo I, zinc inorgánico, zinc orgánico), la segunda capa es la capa intermedia la cual genera el anclaje mecánico (minio rojo tipo I o II, silicato de magnesio, cromato de zinc; combinadas con negro humo, minio rojo tipo I o II, minio de óxido de hierro, silicio cromato básico de plomo tipo I, pintura alquídica a base de plomo y zinc, imprimante vinílico, resina alquídica modificada) y la tercera es la capa de acabado (pintura alquídica, pintura de aluminio, silicromato básico de plomo tipo I, minio de óxido de hierro, pintura epóxica, pintura vinílica, uretano, resina alquídica)
2. **Galvanizado:** Galvanizado en caliente por inmersión, aplica en el caso de los cables de los puentes colgantes y en el caso de los puentes modulares lanzables. Galvanizado en frío como por ejemplo la metalización.

En caso de que la estructura este recubierta por otro tipo de pintura o sistemas de protección por ejemplo con "BREA" se anota el tipo de pintura en las observaciones del informe y se selecciona la opción "OTRO".

En la tabla a continuación se mencionan las opciones del sistema que se pueden escoger para el tipo de pintura.

**Tabla 5-15 Datos de tipo de pintura**

NÚMERO	MATERIAL DE PINTURA
1	CAPA PRIMARIA
2	CAPA INTERMEDIA
3	CAPA DE ACABADO
4	GALVANIZADO EN CALIENTE
5	GALVANIZADO EN FRIO
6	SIN PINTURA
9	OTRO

**Comentario [Lanamme18]:**  
**VER TABLA 5-5, ASPECTO 14**

La información para determinar el tipo de pintura o del sistema de protección contra la corrosión aparentemente solo se podría obtener con la información de las especificaciones e informes de construcción del puente o si la información se encuentra en los planos de los puentes.

Por otra parte, la fecha de última pintura y la empresa encargada es información que maneja únicamente la Administración. Si el inspector no tiene acceso a esta información, llenar la información de inventario podría volverse impráctico, al tener que consultar esta información en las entidades indicadas en el Manual de Inspección para cada estructura que se evalúe.

Evaluar la posibilidad de brindar a los usuarios del SAEP acceso remoto a algún sistema donde se pueda obtener información del tipo de pintura, área pintada, fecha de última pintura, empresa encargada y del tipo de cimentaciones.

En caso de ser necesario recurrir a los oficiales de la Administración, brindar protocolos para que los encargados de las inspecciones soliciten información de los puentes según la planificación que se realice para las labores de inspección.



## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

### 5.4.16. Área pintada

Para este caso en el espacio determinado se debe introducir el área pintada de la superestructura en metros cuadrados. Al igual que el ítem anterior, aplica en el caso que sea una superestructura de acero.

### 5.4.17. Fecha de la última pintura

Se debe anotar exclusivamente para el caso de puentes de acero. Se recopila el día, mes y año de la última vez que se pintó la superestructura. Este dato se debe consultar con algún oficial de gobierno ya sea en la Dirección de Puentes del MOPT, CONAVI o la Municipalidad respectiva. Si la información recopilada a través de la consulta, indica que no se ha pintado la estructura desde su construcción, se debe incluir la fecha de construcción según la placa con que cuenta el puente, en caso que la placa mencione un período, se debe incluir el año menor que aparece. Si no se tiene información se indica en el informe y se selecciona la palabra “NO” en el Sistema.

### 5.4.18. Empresa encargada

Se refiere al nombre de la empresa que realizó las últimas labores de pintura a la superestructura. Este dato se debe consultar con algún oficial de gobierno ya sea en la Dirección de Puentes del MOPT, CONAVI o la Municipalidad respectiva. Si no se tiene información se indica en el informe y se deja el espacio en blanco el Sistema.

## 5.5. Recopilación de datos del formulario-3. Inventario básico del puente. Detalle de subestructura

La recolección de los datos de inventario que corresponden a la subestructura del puente incluye información del bastión (material y tipo), pila (tipo, dimensiones), fundación y apoyos, la cual debe ser registrada en el formulario-3, cada código se encuentra especificado a continuación desde la tabla-5-16 a la 5-23 . La numeración de la subestructura se determina al igual que para la superestructura, basándose en la dirección de la ruta y el kilómetro de inicio del puente para identificar tanto el inicio como el final del mismo y a partir de ahí se determina como número uno la subestructura ubicada al inicio.

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

### 5.5.1. Número de Subestructura

Es un dato para uso en el Sistema; se debe seleccionar el número de subestructura a la cual se va a introducir la información (ver anexo 2 donde se encuentran ejemplos de diferentes tipos de puentes que sirven como guía para anotar este dato).

- **Bastión/Pila**

### 5.5.2. Nombre

Se debe anotar el nombre de la subestructura de la siguiente manera, en el caso de los bastiones debe iniciar con la letra “B” y continua con un consecutivo “B1” y “B2”, en el caso de las pilas inicia con la letra “P” y continua también con un consecutivo “P1”, “P2”, “P3”, etc. Se debe recopilar la información según la numeración, basándose en la dirección de la ruta y el kilómetro de inicio del puente. En el sistema se debe ingresar en primer lugar la información del primer bastión luego continuar con los datos de las pilas y finalizar con la información del último bastión (ver anexo 2 donde se encuentran ejemplos de diferentes tipos de puentes que sirven como guía para anotar este dato).

### 5.5.3. Materiales

Se debe anotar el material tanto del bastión como de la pila según corresponda. Para este caso en el sistema se encuentran seis opciones de las cuales se debe seleccionar una. En la tabla 5-16 se muestran los diferentes tipos de material.

**Tabla 5-16 Datos de material del bastión y pila**

NÚMERO	MATERIAL DEL BASTIÓN Y PILA
1	CONCRETO
2	ACERO
3	COMPUESTO CONCRETO-ACERO
4	MAMPOSTERÍA
5	MADERA
9	OTROS

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

### 5.5.4. Tipo

Se anota la información del tipo de bastión, al igual que en los casos anteriores se presentan en la tabla 5-17 las opciones a seleccionar. ~~En el caso en que la estructura sea una alcantarilla debe seleccionarse la opción "OTROS".~~

**Tabla 5-17 Datos de tipo de bastión**

NÚMERO	TIPO DE BASTION
1	GRAVEDAD
2	VOLADIZO
3	MARCO
4	MURO CON CONTRAFUERTE
5	TIERRA ARMADA
6	CABEZAL SOBRE PILOTES
7	OTROS

### 5.5.5. Altura

Se anota la información de la altura total en metros tanto del bastión como de la pila. Este dato comprende para el caso de la pila desde la parte superior de la viga cabezal ó martillo hasta la base de la fundación y para el caso del bastión la altura se mide desde la parte superior de la pared de cabezal hasta la base de la fundación. ~~En el caso de una alcantarilla, se refiere a la altura de los cabezales de entrada y salida, por lo cual se debe considerar desde la parte superior del cabezal hasta el fondo de la fundación. Tanto para los puentes como para las alcantarillas,~~ en caso de no tener acceso a la fundación, se debe medir hasta el nivel de terreno.

- Pila

### 5.5.6. Tipo

Se anota la información del tipo de columna de la pila. En la tabla 5-18 se muestran las opciones.

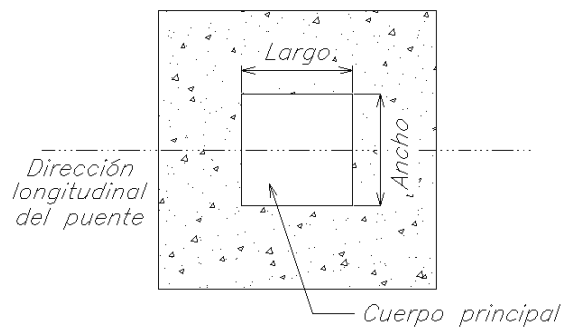
## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

**Tabla 5-18 Datos de tipo de pila**

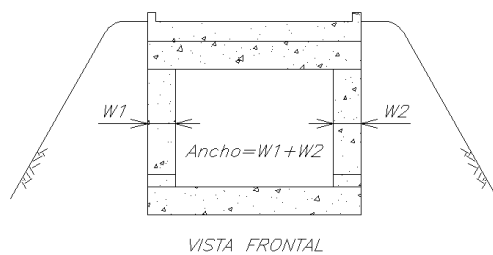
NÚMERO	TIPO DE PILA
1	MURO
2	MARCO RÍGIDO
3	COLUMNA SENCILLA
4	COLUMNA MÚLTIPLE
5	CABEZAL SOBRE PILOTES
9	OTROS

### 5.5.7. Ancho y Largo

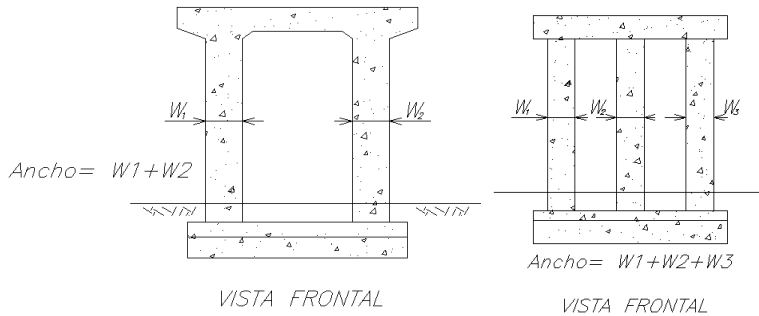
Se anota el ancho y el largo de la columna tanto de Bastiones o Pila según corresponda. Ambos datos deben estar en metros. Cuando se tienen elementos de sección variable se debe incluir el promedio de la dimensión.



**Figura 5-8 Dimensiones de columna**



## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014



**Figura 5-9 Dimensiones de ancho de columna de Bastión y Pila tipo marco rígido y Pila tipo columna múltiple**

- **Fundación**

### 5.5.8. Tipo

Se debe anotar el tipo de fundación con que cuenta el bastión o la pila según corresponda. Este dato se puede encontrar en los planos del puente, de no contar con los planos se debe consultar con algún oficial de gobierno ya sea en la Dirección de Puentes del MOPT, el CONAVI o la Municipalidad respectiva. Si no existe ninguna información se debe indicar en el informe y se debe seleccionar "NO SE TIENE INFORMACIÓN" en el Sistema.

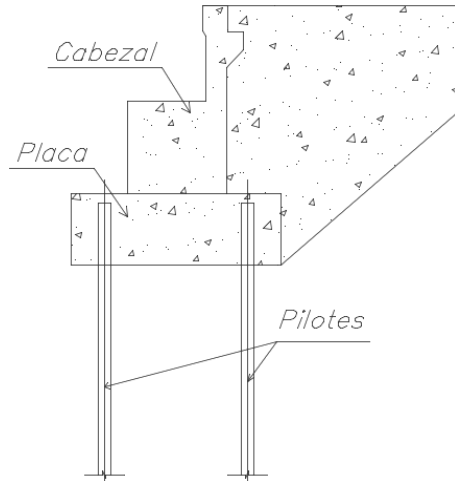
**Comentario [Lanamme19]:**

**VER TABLA 5-5, ASPECTO 15**  
La solicitud de la información de cimentaciones podría volverse impráctica al requerir la consulta a las entidades indicadas en el Manual de Inspección para cada puente que se evalúe.

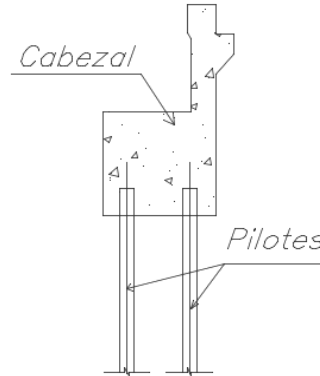
**Tabla 5-19 Datos de tipo de fundación**

NÚMERO	TIPO DE FUNDACIÓN
1	PLACA AISLADA
2	PILOTES
3	CIMENTACIÓN SOBRE PILOTES
4	CAISSON
5	PLACA CORRIDA
7	NO SE TIENE INFORMACIÓN
9	OTROS

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014



**Figura 5-10 Tipo de fundación  
(Cimentación sobre pilotes)**



**Figura 5-11 Tipo de fundación  
(Pilotes)**

### 5.5.9. Ancho y Largo

Se introduce en los dos espacios establecidos tanto el ancho como el largo de fundación del bastión o la pila según corresponda. Ambos datos deben ser recopilados en metros. Este dato se puede encontrar en los planos del puente, de no contar con los planos se debe consultar con algún oficial de gobierno ya sea en la Dirección de Puentes del MOPT, el CONAVI o la Municipalidad respectiva. Si no existe ninguna información se debe indicar en el informe y se debe dejar el espacio en blanco en el Sistema. En la figura a continuación se muestran cómo se deben recopilar las dimensiones.

#### **Comentario [Lanamme20]:**

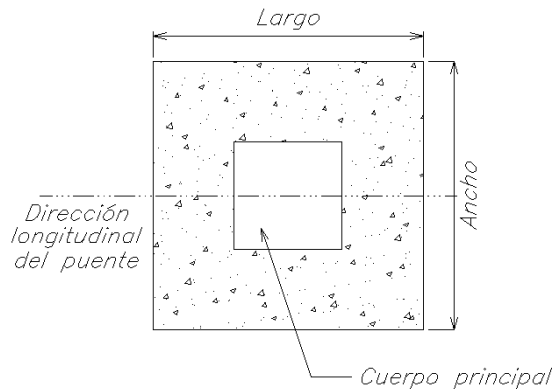
##### VER TABLA 5-5, ASPECTO 16

En el Manual de Inspección no se indica la forma de registrar las dimensiones de las cimentaciones con pilotes.

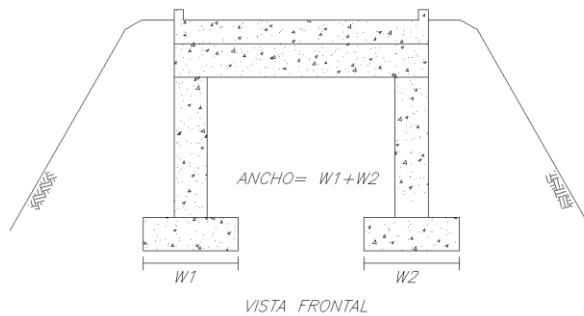
Definir la forma de registrar dimensiones de cimentaciones con pilotes.

Evaluar la posibilidad de agregar los siguientes datos: Longitud promedio de pilotes, distancia promedio entre pilotes en direcciones paralela y perpendicular al tránsito vehicular, diámetro, ancho y largo de pilotes individuales.

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014



**Figura 5-12 Dimensiones de la fundación**



**Figura 5-13 Dimensiones de ancho de fundación de Bastión y Pila tipo marco rígido y Pila tipo columna múltiple**

### 5.5.10. Tipo pilotes

Si la fundación posee pilotes, la información del tipo de pilotes se puede encontrar en los planos del puente, de no contar con los planos se debe consultar con algún oficial de gobierno ya sea en la Dirección de Puentes del MOPT, el CONAVI o la Municipalidad respectiva. Si no existe ninguna información se debe indicar en el informe y se debe dejar el espacio en blanco en el Sistema. En la tabla 5-20 se muestran los nueve tipos de pilotes que están determinados en el sistema para seleccionar.

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

**Tabla 5-20 Datos de tipos de pilote**

NÚMERO	TIPO DE PILOTE
1	CONCRETO PREESFORZADO
2	CONCRETO REFORZADO
3	CONCRETO COLADO EN SITIO
4	TUBULARES DE ACERO
5	ACERO TIPO H
6	MADERA
9	OTROS

- **Apoyo**

### 5.5.11. Tipo de apoyo

Se debe anotar el tipo de apoyo en el campo inicial o final según el elemento que se está analizando. En el caso del primer bastión, la información se debe indicar en la ubicación inicial, en el segundo bastión se debe anotar la información en la ubicación final; con respecto a las pilas la información se debe anotar en la ubicación inicial; si existen dos apoyos en la pila se anotará en ambos espacios (inicial y final). A continuación en la tabla 5-22 se muestran los tipos de apoyos de donde se debe seleccionar las opciones para este ítem. Cuando no existe un elemento de apoyo como tal entre la superestructura y la subestructura, se debe dejar el espacio en blanco e incluir un comentario en observaciones.

**Tabla 5-22 Datos de tipo de apoyo en subestructura**

NUMERO	TIPO DE APOYO EN SUBESTRUCTURA
1	APOYO FIJO
2	APOYO DE EXPANSIÓN
3	APOYO RÍGIDO
4	OTROS

### 5.5.12. Ancho de asiento

Se refiere a la máxima distancia de apoyo posible desde el borde exterior del elemento principal o viga hasta el extremo exterior de la viga cabezal o martillo. Esta medida debe ser anotada en metros. En caso de existir en el elemento, anchos de asiento diferentes se debe anotar la dimensión menor siendo

**Comentario [Lanamme21]:**

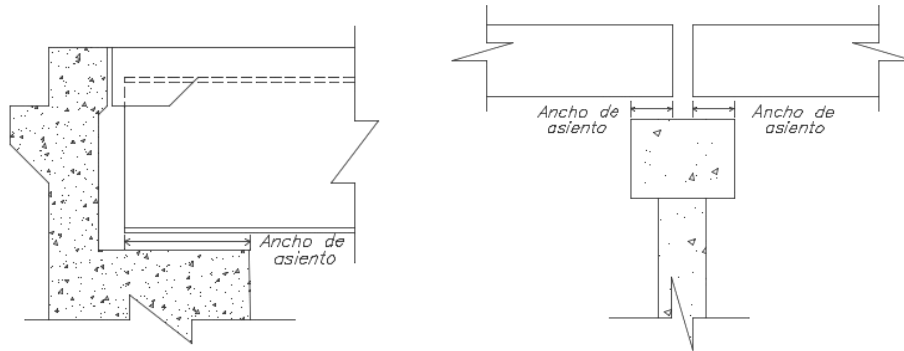
VER TABLA 5-5, ASPECTO 17  
No se indica si el puente tiene elementos de protección de asiento adicionales a la longitud de asiento provista. Por ejemplo: llaves de corte, cadenas, dispositivos para transmisión de fuerzas de choque (shock-transmission) u otro dispositivo similar.

Evaluar la posibilidad de agregar en el Manual de Inspección y en el programa informático SAEP un espacio para registrar si un elemento de la subestructura posee dispositivos de protección de asiento adicionales a la longitud de asiento brindada.



## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

que sería la más crítica. Ver figura 5-10 donde se señala el asiento del bastión, en el caso de apoyos rígidos no se debe anotar ningún dato ya que no aplica.



**Figura 5-14 Ancho de asiento**

### 5.6. Recopilación de imágenes formulario-5. Inventario básico del puente. Fotografías

Se deben tomar cuantas fotos sean necesarias y relevantes para mantener el inventario del puente, las mismas deben ser adjuntadas en formato digital en el Informe de la Inspección. Para el caso de ingreso de las fotografías al Sistema, se pueden almacenar hasta seis fotos y se debe referir a la Figura 3-6 “Guía para las fotografías” en la página 48 del Capítulo 3 de este Manual, donde se detalla cuales imágenes deben ingresarse.

### 5.7. Recopilación de planos formulario-4. Inventario básico del puente. Planos

En el Informe escrito de la Inspección de Inventario, se deben adjuntar en formato digital todos los planos constructivos que existan del puente. Para el caso de ingreso de los planos al Sistema, se pueden almacenar hasta doce imágenes. Los planos se pueden encontrar en la Dirección de Puentes del MOPT, el CONAVI o la Municipalidad respectiva. Si no existe ningún plano se debe indicar en el informe e incluir esquemas que representen la estructura encontrada en sitio con las dimensiones principales de la misma tomadas en el sitio.

# Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

## 5.8. Otros

- **Ubicación**

Se refiere a la imagen de un mapa con la ubicación del puente. Se debe tomar de la imagen que genera el sistema según las coordenadas ingresadas.

- **Vista panorámica**

Aquí se debe recopilar una imagen de la vista panorámica del puente respectivo.

- **Observaciones del Inventario Básico**

Este espacio se utiliza para realizar alguna anotación sobre aspectos de importancia de la condición del puente y el sitio donde está ubicado. **Cualquier información de seguridad vial, demarcación, iluminación, accesos del puente, sistemas de drenaje, o cualquier otra anotación de relevancia que observe el ingeniero o inspector y que no haya sido recopilada en los formularios de inventario, debe ser escrita en este cuadro de texto de manera concisa y específica.**

- **Inspección Visual de Daño**

En el caso de la recopilación de información referente a la calificación del grado de daño para completar el formulario de Inspección Visual de Daño debe referirse al Capítulo 6 del Manual.

Como se mencionó anteriormente en el punto 5.2 “Introducción de datos de información general para la identificación del puente” en el apartado de Información del Puente, con el fin de que se cuente con toda la información técnica relevante de cada elemento del puente, se debe completar un formulario de inspección para cada superestructura del puente y se debe calificar con grado de daño cada una de las subestructuras con que cuenta el puente.

Esto quiere decir que para un puente con más de una superestructura se deben llenar tantos formularios de “Inspección Visual de Daño” como número de superestructura existan.

En el caso de los elementos: Pavimento, Baranda, Losa, Viga Principal, Viga Diafragma, Sistema de

### **Comentario [Lanamme22]:**

**VER TABLA 5-5, ASPECTO 18; TABLA 5-6, ASPECTO 3**

Se indica que los elementos de seguridad vial del puente y sistemas de drenaje deben anotarse en las observaciones, cuando esta sección no se utiliza para ponderar prioridades de mantenimiento en el programa informático SAEP.

Evaluar la posibilidad de incluir los aspectos de seguridad vial y sistemas de drenaje del puente en el sistema de evaluación de daños que se explica en el Manual de Inspección.

### **Comentario [Lanamme23]:**

**VER TABLA 5-5, ASPECTO 19**

Incluir en el capítulo 6 las aclaraciones de la inspección visual de daños.

Ver también recomendaciones en la Tabla 5-6 de este informe

### **Comentario [Lanamme24]:**

**VER TABLA 5-6, ASPECTO 2**

El sistema de evaluación de daños calificados aparenta no tener la flexibilidad ser ampliado agregando elementos que se encuentran en tipos de puentes específicos (como puentes tipo arco de mampostería, colgante, cajones, marco y atirantado).

Aunque, en la Actualización del capítulo 5 se brindó una guía para calificar daños en ciertos elementos de estos tipos de puente, utilizando los campos designados para puentes tipo losa sobre vigas, se podría omitir el hecho de que un elemento en un tipo específico de puente pueda tener una importancia relativa distinta a un elemento correspondientes a un puente tipo viga.

Valorar la posibilidad de incluir calificaciones de daños en elementos que componen puentes con superestructuras distintas a tipo viga.

Considerar en el módulo de evaluación de los daños la importancia relativa de los elementos de los tipos de puente específicos.

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

Arriostramiento y Pintura según corresponda, se debe evaluar el grado de daño en cada una de las superestructuras que se están inspeccionando (para el caso de una superestructura continua de varios tramos la losa se evalúa como un único tramo, dado que funciona como un diafragma rígido)

Para cada superestructura se evalúan en campo todas las juntas de expansión y apoyos existentes y en el Sistema se ingresan los datos de grado de daño de la junta de expansión y apoyo que se encuentran en la condición más crítica en cada superestructura.

En el caso de la subestructura, los datos referentes al bastión B1 se deben anotar en el formulario de inspección de la superestructura inicial y los datos del bastión B2 en el formulario de la superestructura final, cuando el puente evaluado es de un solo tramo, en campo se evalúa el grado de daño en ambos bastiones, pero en el Sistema se ingresa la información de grado de daño del bastión con la condición más crítica.

En campo se evalúan los grados de daño de todas las pilas existentes. El sistema permite ingresar únicamente los datos de grado de daño de una pila por superestructura, razón por la cual se deberá escoger la más crítica. Los daños de pila se deben anotar a partir del formulario de la segunda superestructura y así sucesivamente (en la primera superestructura no se colocan datos de grado de daño en los elementos de Pila).

Cuando se tiene un puente continua de varios tramos se debe incluir la calificación de la pila más crítica y el bastión más crítico en el formulario de la superestructura.

En el Anexo 2 se aportan ejemplos de diferentes tipos de puentes que sirven como guía para el ingreso de información de apoyos, juntas de expansión y subestructura y en el Anexo 3 se adjunta una guía de los datos de grado de daño que deben recopilarse según el tipo de estructura que se está inspeccionando.

Siempre que se califique un elemento con un grado de daño mayor a 1 se debe incluir un comentario técnico y específico al respecto en el espacio de observaciones que justifique y respalde el grado de daño asignado, el comentario debe incluirse de manera concisa y específica (Ej.: grado de daño 4 en grietas en una dirección en la losa debería decir: Grietas a intervalos de 70 cm en extremos de losa y no lo siguiente: Losa altamente fisurada con grietas que debe ser reparadas a la brevedad posible para prevenir aparición de otros daños) además se debe tomar una fotografía que sea congruente con el grado de daño indicado. Se deben tomar cuantas fotos sean necesarias y relevantes para mantener el inventario del puente, las mismas deben adjuntarse en formato digital en el Informe de la Inspección. Para el caso de ingreso de las fotografías al Sistema, se pueden almacenar hasta ocho fotos y se debe referir a la Figura 3-6 “Guía para las fotografías” en la página 48 del Capítulo 3 de este Manual, donde

### Comentario [Lanamme25]:

#### VER TABLA 5-6, ASPECTO 5

Los elementos de la subestructura se asignan a las superestructuras para ser calificados por medio de una guía publicada en la Actualización del capítulo 5.

Esta asignación aparentemente es arbitraria y podría llevar a errores en la ponderación de la evaluación de deficiencias y prioridad de intervención de elementos de la subestructura de un puente.

Valorar la posibilidad de evaluar de manera independiente a la superestructura cada elemento de la subestructura de un puente.

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

se da un ejemplo de las imágenes que se deben ingresar. Debido a la limitación de fotografías que se pueden incluir, se deberán ingresar al sistema las que respalden los grados de daño más altos e importantes para la estructura.

En el caso de puentes colgantes, siendo que la Hoja de Inspección no incluye la evaluación de todos los elementos que la conforman (pilas de acero, anclajes de los cables en los bloques, vigas transversales y longitudinales, cerchas de rigidez) se debe ingresar en el campo de observaciones cualquier daño o condición importante y relevante que se observe durante la inspección

- **Inspección Detallada**

Una vez que se haya ingresado y aprobado la Inspección de Inventario de un puente, el sistema habilita la opción de ingresar información de una Inspección Detallada.

La Inspección Detallada debe realizarse según los requerimientos solicitados por el CONAVI o Municipalidad según corresponda y el informe debe contener toda la información recopilada y generada durante esa labor.

El formulario de Inspección Detallada cuenta con un encabezado que contiene los siguientes datos: Nombre puente (ver punto 5.2.2), Código puente (ver 5.2.10), Sección Control (ver 5.2.9), Ruta N° (ver punto 5.2.5), Kilómetro (ver punto 5.2.6), Encargado (ver punto 5.2.8), Provincia (ver punto 5.2.7), Cantón (ver punto 5.2.7), Distrito (ver punto 5.2.7), Fecha de Diseño (ver punto 5.2.12), Fecha de Construcción (ver punto 5.2.13), Longitud (ver punto 5.3.4), N° Tramos (ver punto 5.3.8) y Carga Viva (ver punto 5.3.3). Toda esta información el Sistema la toma automáticamente de la Inspección de Inventario.

El sistema permite ingresar la siguiente información de esta Inspección:

a) Datos Generales:

- Volumen de Tráfico y % de vehículos: Se debe anotar en el informe e ingresar en el SAEP el dato de vehículos (TPD) y porcentaje de vehículos pesados respectivamente, que generó el conteo de tráfico continuo durante 24 horas, realizado en el sitio donde está ubicado el puente.
- Fecha de conteo de tráfico: Se debe anotar en el informe e ingresar en el SAEP la fecha en

**Comentario [Lanamme26]:**  
VER TABLA 5-5, ASPECTO 20

Los aspectos mencionados en el apartado 5.8 sobre Inspección detallada corresponden a un tema adicional que no se incluyó en la edición original del Manual de Inspección.

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

- que se realizó dicho conteo.
- Fecha de inspección: Se debe anotar en el informe e ingresar en el SAEP la fecha en que se realizó la inspección detallada.
  - Inspector: Se debe anotar en el informe e ingresar en el SAEP el nombre del Ingeniero Responsable de la Inspección Detallada.
  - Empresa: Se debe anotar en el informe e ingresar en el SAEP el nombre de la Empresa Responsable de realizar la Inspección Detallada.
- b) Tipo de puente: Se debe ingresar información de las características estructurales del puente (superestructura, subestructura y fundación).
- c) Condición de daños: Se debe ingresar información de los daños encontrados en el puente durante esta Inspección (Accesorios, Superestructura, Subestructura, Fundación).
- d) Resultado de pruebas: Se debe ingresar información de los resultados de cada una de las siguientes pruebas:
- Resistencias del concreto: Se debe anotar el resultado obtenido en la prueba del martillo Schmidt y Muestra del núcleo. (Ej: Lugar: Bastión 1, Resultado de prueba (349.41 kg/cm<sup>2</sup>))
  - Grosor del miembro de acero: Se debe anotar la medida en centímetros del elemento inspeccionado. (Ej.: Lugar: Ala de Viga Principal Resultado de la prueba: 1.8 cm)
  - Carbonatación: Se debe anotar el dato en centímetros de la profundidad obtenida. (Ej: Lugar: Pila 1, Resultado de la prueba: Profundidad: 3.83 cm)
  - Disposición del refuerzo: Se debe anotar el dato de espaciamiento del refuerzo en centímetros. (Ej: Lugar: Pila 1, Resultado de la prueba: Refuerzo longitudinal @ 15cm)
- e) Observaciones: Este espacio se utiliza para realizar alguna anotación sobre aspectos de importancia de la condición del puente encontrada durante la Inspección Detallada. Se debe anotar cualquier diferencia encontrada con respecto a la Inspección de Inventario o última Inspección Rutinaria. Además cualquier otra anotación de relevancia que observe el ingeniero o inspector y que no haya sido recopilada en los formularios de inspección detallada, debe ser escrita en este espacio.
- f) Fotos de inspección detallada: Se deben tomar cuantas fotos sean necesarias y relevantes sobre la condición del puente durante esta Inspección, las mismas deben adjuntarse en formato digital en el Informe de la Inspección. Para el caso de ingreso de las fotografías al Sistema, se pueden almacenar hasta quince imágenes y se debe referir al Capítulo 5 del Manual de Lineamiento para Mantenimiento de Puentes, donde se observa el tipo de imágenes que deben ingresarse.

## Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

- **Actividades de Mantenimiento**

El sistema permite ingresar información de Actividades de Mantenimiento realizadas a la estructura. Se debe anotar la fecha en la que se llevó a cabo la reparación, el tipo de mantenimiento que se realizó, el elemento que se intervino y el costo en que se incurrió para realizar dicha actividad.

### 5.9. Rehabilitación

- **Información de Rehabilitación**

Se debe anotar la fecha en la que se llevó a cabo la Rehabilitación del Puente, el tipo de contramedida que se utilizó, el elemento que se rehabilitó y el costo en que se incurrió para realizar esta labor.

- **Fotos y Planos**

Se deben tomar cuantas fotos sean necesarias y relevantes sobre las actividades de rehabilitación realizadas, las mismas deben adjuntarse en formato digital en el Informe de la Inspección. Para el caso de ingreso de las fotografías al Sistema, se pueden almacenar hasta ocho imágenes.

En el Informe escrito de la Inspección, se deben adjuntar en formato digital todos los planos de Rehabilitación. Para el caso de ingreso de los planos al Sistema, se pueden almacenar hasta doce imágenes.

# Revisión al Manual de Inspección de Puentes, Primera Edición 2007 Dirección de Puentes 2014

## ANEXOS

**Comentario [Lanamme27]:** Se omitieron las páginas 43 a 58 debido a que no se tienen observaciones relacionadas con esos anexos.

