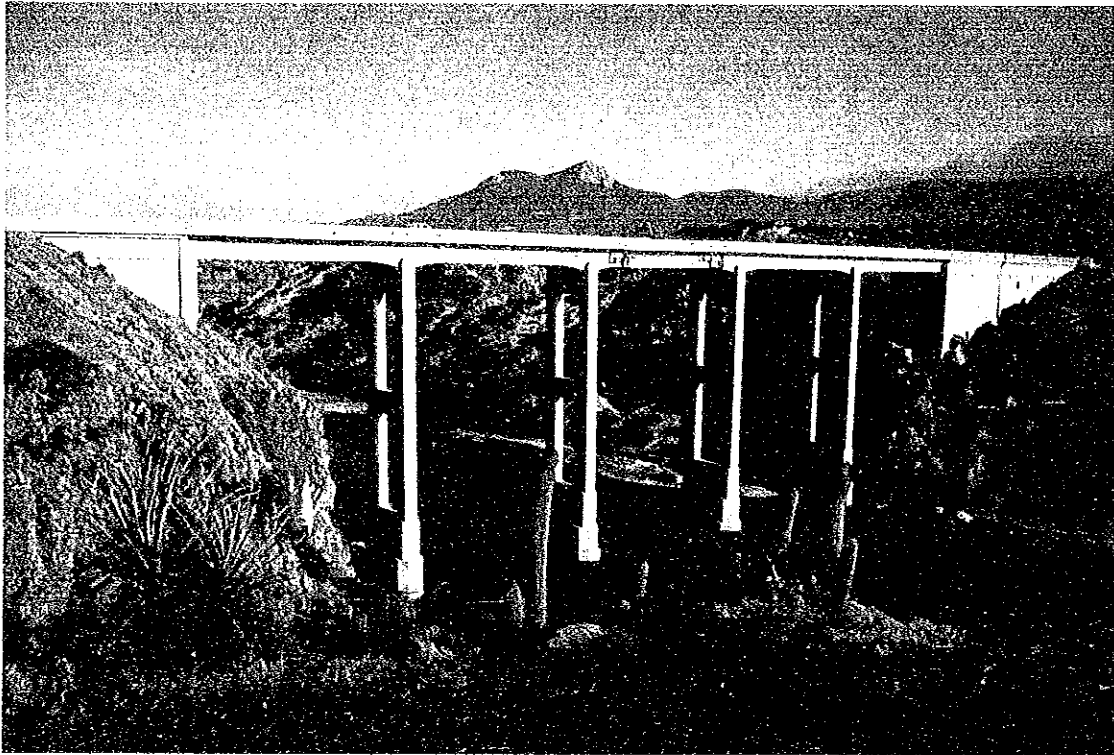


Proyecto de Rehabilitación y Conservación de Puentes en la República de Chile



Guía de Inspección para Mantenimiento
de Puentes

Marzo de 1993

Agencia de Cooperación Internacional de Japón

SSF

JR

93-035

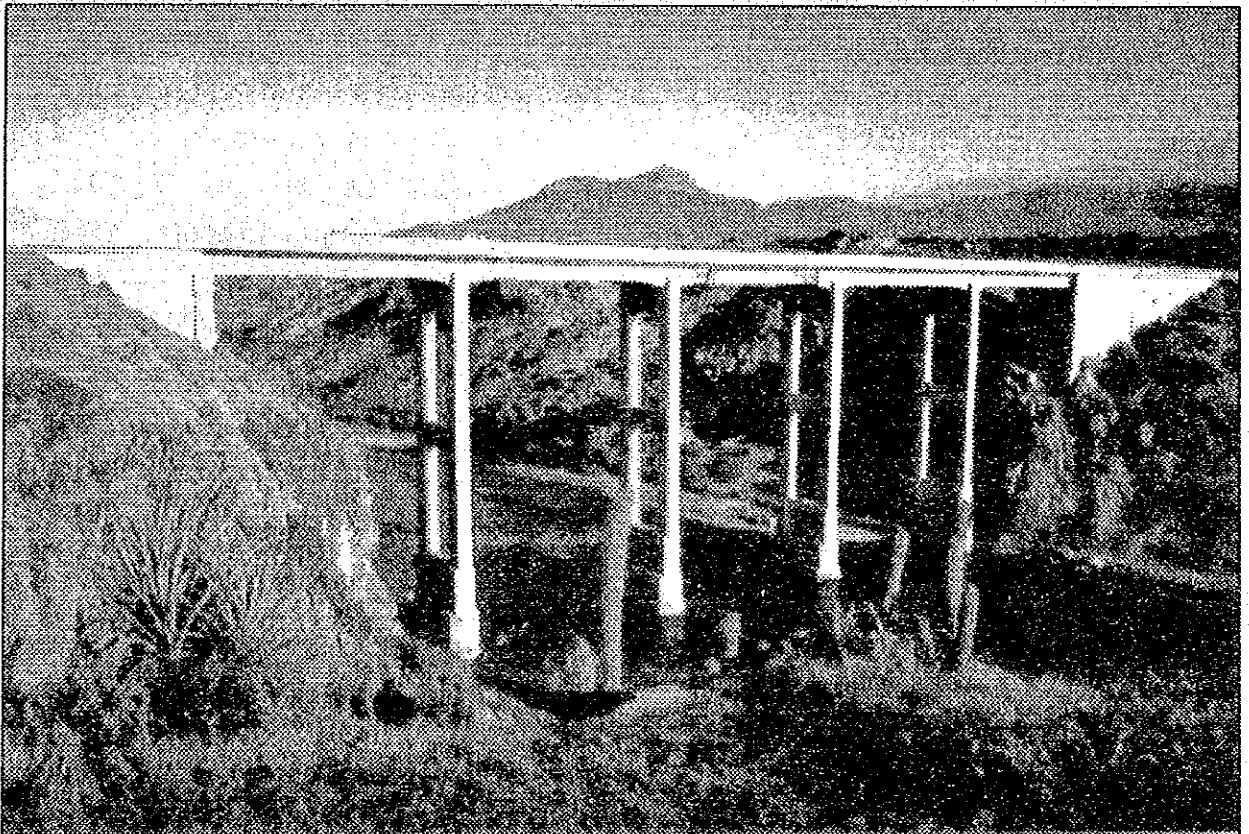
JICA LIBRARY



1104641[4]

2x98 6

Guia de Mantenimiento de Puentes



Marzo de 1993

国際協力事業団

24986

INDICE

1. Introducción	1
2. Conceptos generales sobre el mantenimiento e inspección de los puentes	2
2-1 Inspección de la construcción. Archivo de planos de construcción	2
2-2 Inspecciones	2
2-3 Rehabilitaciones y su diseño	3
2-4 Registro de datos	3
3. Definiciones de los términos empleados en un puente	6
3-1 Elementos principales de un puente	6
3-2 Superestructura	9
3-2-1 Tipo de estructura del puente	9
3-2-2 Tipos de vigas	11
3-2-3 Clasificación según el tipo de material de la viga principal	12
3-2-4 Tipos de entramado	14
3-3 Piso	15
3-4 Infraestructura	17
3-4-1 Clasificación de los tipos de infraestructura	17
3-4-2 Materiales de la infraestructura	18
3-4-3 Tipos de estructura	18
3-5 Tipos de fundaciones	20
3-6 Juntas de expansión	23
3-7 Apoyos	25
3-8 Accesos	28
3-9 Cruce	29
4. Inspección periódica	30
4-1 Método de la inspección periódica	30
4-1-1 Inspección visual de los daños	30
4-1-2 Medición de las dimensiones del puente	32
4-1-3 Toma de fotografías	32
4-2 Precauciones en la inspección	40
4-2-1 Capacidad de carga del puente	40
4-2-2 Inspección visual del estado del cauce del río	40
4-2-3 Estado del cruce del puente	42
4-2-4 Deformaciones y desplazamientos	43
4-2-5 Accesos	44
4-2-6 Puntos de inspección más importantes en cada parte del puente	45

5. Ítemes de inspección, criterios de evaluación	49
5-1 Normas generales	49
5-1-1 Alcance de las inspecciones	49
5-1-2 Niveles de evaluación	49
5-2 Tipos de daños y criterios para su evaluación	51
5-2-1 Pavimento	51
5-2-2 Barandas	53
5-2-3 Juntas de expansión	56
5-2-4 Losa	58
5-2-5 Arriostramientos en puentes de acero	60
5-2-6 Vigas principales en puentes de acero	62
5-2-7 Vigas travesaño en puentes de hormigón	63
5-2-8 Viga principal en puentes de hormigón	63
5-2-9 Apoyos	63
5-2-10 Estribos	65
5-2-11 Cepas	68
6. Métodos estándar de rehabilitación	70
7. Inspección especializada	72
7-1 Requerimientos de la inspección especializada	72
7-2 Contenido de la inspección especializada	74
7-3 Métodos que utilizan instrumentos de medición	77
7-4 Métodos de estudio de las deformaciones de los puentes	87
7-4-1 Medición de los desplazamientos horizontales y verticales	87
7-4-2 Medición de las deformaciones en la viga principal	88
7-4-3 Medición de asentamientos e inclinaciones de la infraestructura	90
7-4-4 Estudio de fisuramiento	91
7-4-5 Estudio de socavaciones	92
8. Ejemplo de método de rehabilitación	93
8-1 Aumento del tránsito sobre el puente	93
8-2 Métodos de rehabilitación de la viga principal	95
8-2-1 Puentes con vigas de hormigón armado con sección de tipo "T"	95
8-2-2 Puentes con vigas de acero	97
8-2-3 Viga Gerber	98
8-3 Contramedidas de rehabilitación para deformaciones y desplazamientos de la viga principal	99
8-3-1 Ejemplo de rehabilitación de un puente con vigas de acero	99
8-3-2 Ejemplo de refuerzo en puentes de hormigón	102

8-4	Método de rehabilitación de losas de hormigón armado.....	103
8-4-1	En caso de carbonatación crítica o envejecimiento.....	103
8-4-2	En caso de grietas y fisuramiento crítico.....	103
8-4-3	Otros métodos.....	105
8-5	Método de rehabilitación de cepas.....	106
8-5-1	Cepas tipo columnas aporticadas.....	106
8-5-2	Cepas de tipo pared.....	107
8-6	Métodos de rehabilitación de daños debido a factores hidrológicos.....	108
8-6-1	Protección contra la socavación del lecho.....	108
8-6-2	Socavación de las fundaciones de las cepas.....	109
8-6-3	Socavación de las riveras.....	111
8-6-4	Lugar inapropiado para emplazamiento del puente.....	112
8-7	Métodos de rehabilitación relacionados con factores geológicos y de mecánica de suelos.....	113
8-7-1	Asentamientos en el pavimento de los accesos.....	113
8-7-2	Rotación o desplazamiento de los estribos.....	113
8-7-3	Inclinaciones o asentamientos de la infraestructura.....	115
8-7-4	Asentamientos disparejos del puente en general.....	117
8-7-5	Deslizamientos del talud natural de la fundación del puente.....	118
8-7-6	Daños producidos por terremotos.....	119
8-8	Contra medidas antisísmicas.....	121
8-8-1	Apoyos.....	121
8-8-2	Estribos.....	124
8-8-3	Cepas.....	125
8-8-4	Cepas-pilote.....	126

1. Introducción

Los puentes son, desde el punto de vista de la construcción y mantenimiento, uno de los elementos más costosos dentro toda red vial. Éstos son muy importantes porque su seguridad y buen estado son vitales para conservar un buen flujo del tránsito vial.

La presente guía ha sido preparada con la finalidad de describir en líneas generales, una guía de inspecciones básicas de referencia para los técnicos encargados del mantenimiento de los puentes. Vale señalar que esta Guía no describe todos los métodos de rehabilitación de puentes, ni tampoco algún método especial o detallado de rehabilitación.

Este manual tratará los siguientes temas:

1. Conceptos generales sobre el mantenimiento e inspección de los puentes.
2. Definición de los términos técnicos utilizados en los puentes
3. Método de inspección, precauciones generales.
4. Evaluación de los resultados de la inspección, criterios de evaluación.
5. Métodos estándar de rehabilitación.
6. Método de inspección especializada (o detallada).
7. Ejemplos de métodos de rehabilitación.

2. Conceptos generales sobre el mantenimiento e inspección de los puentes

El mantenimiento de un puente está constituido por todo aquel trabajo ejecutado con el fin de conservar las funciones para las cuales originalmente el puente fue diseñado, desde su construcción hasta el momento de su reposición final. Estos trabajos de mantenimiento se pueden clasificar de la siguiente forma:

2-1 Inspección de la construcción. Archivo de planos de construcción

Todo puente es construido en base a planos elaborados por ingenieros especializados en este ramo; sin embargo, debido a que durante la construcción pueden haber cambios de ciertas condiciones, o pueden presentarse problemas o errores constructivos, o ciertas diferencias que dependen de la calidad de los materiales utilizados, o de la utilización de mano de obra no entrenada, etc. son muy frecuentes los casos en que la estructura final del puente no coincida exactamente con los planos de diseño originales. Es por esta razón que una vez finalizada la obra, la conservación de los mencionados planos y sus respectivas variantes, es de mucha importancia para la preparación de posteriores planes de mantenimiento.

Es recomendable que una vez finalizada la construcción de cualquier puente, la empresa que estuvo a cargo de esto, entregue todos los planos y detalles de las variantes ejecutadas. También se recomienda hacer el ingreso de datos al libro mayor del inventario de puentes. Un ejemplo de este inventario aparece en la Tabla 2-1.

2-2 Inspecciones

Una inspección de rutina se realiza conjuntamente con la inspección de carreteras y tiene por objeto verificar si cumple con sus funciones básicas con respecto al tránsito vial. Esta inspección es realizada por los ingenieros viales.

La inspección periódica es específica para cada puente y analiza visualmente el grado de deterioramiento de cada una de las partes del puente. Esta inspección requiere un cierto conocimiento y entrenamiento especializados y la evaluación debe realizarla un técnico calificado. La Tabla 2-2 contiene un cuadro de evaluación del estado de deterioro. Si, en la inspección visual, se llega a la conclusión de que determinado puente tiene un grado de deterioro crítico, se debe proceder a la ejecución de una inspección especializada (denominada también inspección detallada o de emergencia), la cual deberá ser realizada por un personal experto en puentes.

2-3 Rehabilitaciones y su diseño

La rehabilitación de puentes se realiza luego de un adecuado diseño y basándose en los resultados de la inspección especializada. Esta Guía tiene la finalidad de presentar procedimientos de rehabilitación orientados a conservar las funciones de un puente tal que se garantice la seguridad del tránsito de vehículos y peatones. No se toman en cuenta aquellos trabajos que estén orientados a mejorar sus funciones originales, tales como ampliación de calzadas, o emplazamiento de un nuevo puente.

2-4 Registro de datos

En la administración de mantenimiento se originan datos relacionados con los incisos 2-1 a 2-3 arriba mencionados, datos tales como las dimensiones básicas del puente, datos provenientes de las inspecciones, historial de rehabilitaciones pasadas, etc. Estos datos son muy importantes para la administración de mantenimiento de puentes, por lo que es necesario que de alguna manera sean registrados y archivados. En la Figura 2-1 se hace un descripción de los conceptos concernientes a la dirección de la administración de mantenimiento de puentes.

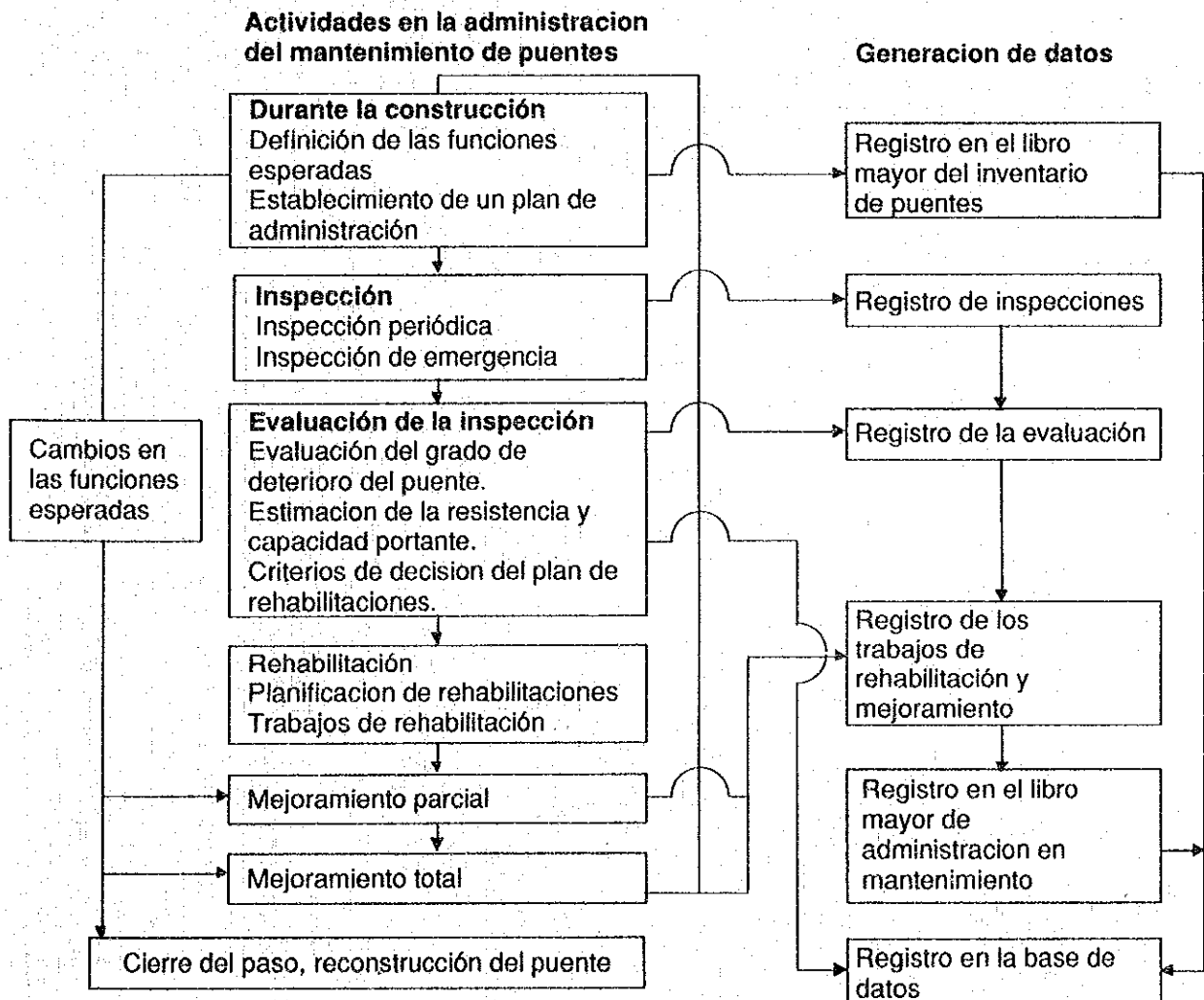


Figura 2-1: Conceptos principales en la administración de mantenimiento de puentes

NOMBRE DEL PUENTE		KILOMETRO	NOMBRE DE LA VIA		ROL DE LA RUTA	PROVINCIA Y REGION	CODIGO DEL PUENTE	
1. DATOS PRINCIPALES DEL PUENTE								
NOMBRE DE LA OFICINA ADMINISTRADORA :								
CODIGO DE LA OFICINA :								
PROYECTISTA :								
CONTRATISTA :								
CARGA DEL DISEÑO : AÑO DE CONSTRUCCION								
LIMITACIONES			POR CARGA	POR ALTURA	POR ANCHO			
DISTANCIA AL MAR :								
2. CARACTERISTICAS DEL CRUCE								
TIPO (CODIGO) :								
NOMBRE								
ESVAJE								
ADMINISTRADOR								
3. DATOS FLUVIALES								
NIVELES DE AGUAS MAXIMAS : m.								
ANCHO PROMEDIO DEL RIO : m.								
PENDIENTE PROMEDIO DEL LECHO :								
MATERIAL DEL LECHO								
ROCA <input type="checkbox"/> GRAVA <input type="checkbox"/> ARENA <input type="checkbox"/> LIMO <input type="checkbox"/> ARCILLA <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/> (DIAMETRO mm)								
FORMA DE LAS RIBERAS : DIRECTA <input type="checkbox"/> POCO CURVA <input type="checkbox"/> MEANDRO <input type="checkbox"/>								
PROTECTORES DE SOCAVACION : HAY <input type="checkbox"/> NO HAY <input type="checkbox"/> NO SE Sabe <input type="checkbox"/>								
MATERIAL DE FUNDACION								
ROCA <input type="checkbox"/> GRAVA <input type="checkbox"/> ARENA <input type="checkbox"/> LIMO <input type="checkbox"/> ARCILLA <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/>								
4. LOSA								
MATERIALES								
TIPO (CODIGO)								
ESPESOR								
5. RODADO (CODIGO)								
6. DIMENSIONES PRINCIPALES DEL PUENTE								
LONG. TOTAL	ANCHO TOTAL	CALLAZADA	PASILLOS	N° DEVIAS				
m.	m.	m.	m.	m.		m.		
EJE DEL PUENTE (CODIGO)								
DERECHA								
IZQUIERDA								
ANGULO=								
ANGULO=								
ANGULO=								
ANGULO=								
7. DIMENSIONES PRINCIPALES DE LA SUPERESTRUCTURA								
TRAMO	SENCILLO O CONTINUO	TIPO DE VIGA (CODIGO)	N° DE VIGAS	LUZ TOTAL (m)				
8. INFRAESTRUCTURA								
ESTRIBO CEPA N°	TIPO (CODIGO)	ALTURA (m)	TIPO (CODIGO)	DIAMETRO (m)	LARGO (m)	N°		
ESTRIBO 2								
9. FUNDACIONES								
10. ALAS DE ESTRIBO								
ESTRIBO 1 : SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>								
ESTRIBO 2 : SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>								
11. TIPO DE JUNTAS (CODIGO)								
12. TIPO DE APOYOS (CODIGO)								
13. ESTRUCTURA ANTI-SISMICA								
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>								
14. ESTRUCTURAS ADICIONALES								
15. MARGEN DE ALTURA								
m. GALIBO :								
17. ANCHO DE LOS ACCESOS								
m. LONGITUD DEL DESVIO :								
19. NO DE VIAS DE CIRCULACION								
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>								
20. GAVIONES O ENROCADOS								
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>								
21. PROTECCION MEDIANTE MUROS								
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>								
22. TRANSITO MEDIO DIARIO ANUAL (TMDA) Pasadas / Dia								
AÑO								
TOTAL								
CAMIONES								
LOC. COLECTIVA								

Tabla 2-1: Planilla de inventario de puentes

NOMBRE DEL PUENTE		KILOMETRO		NOMBRE DE LA VIA		ROL DE LA RUTA		PROVINCIA Y REGION		CODIGO DEL PUENTE	
COMENTARIOS											
1. PAVIMENTO	ITEM	1 ALABEO	TIPO DE DAÑO O DETERIORO Y SU CANTIDAD			5 OTROS					
	GRADO O CANTIDAD	2 ZENSURCADO O CARRILES	3 FISURAMIENTO	4 ASESTAMIENTO	5 OTROS						
2. BARANDAS	ITEM	1 DEFORMACION	2 OXIDAMIENTO	3 CORROSION	4 FISURAMIENTO	5 ARMADURA AL AIRE	6 OTROS				
	GRADO O CANTIDAD	1 DEFORMACION	2 OXIDAMIENTO	3 CORROSION	4 FISURAMIENTO	5 ARMADURA AL AIRE	6 OTROS				
3. JUNTAS DE EXPANSION	ITEM	1 SONIDOS EXTRAÑOS	2 FILTRACION DE AGUAS	3 DEFORMACION	4 MOVIMIENTOS VERTICALES	5 JUNTAS OBTURADAS	6 OTROS				
	GRADO O CANTIDAD	1 SONIDOS EXTRAÑOS	2 FILTRACION DE AGUAS	3 DEFORMACION	4 MOVIMIENTOS VERTICALES	5 JUNTAS OBTURADAS	6 OTROS				
4. LOSA	ITEM	1 FISURAS EN UNA DIRECCION	2 FISURAMIENTO EN RED	3 DESCASCARAMIENTO	4 ARMADURA AL AIRE	5 NIDOS DE PIEDRAS	6 EFLORESCENCIAS				
	GRADO O CANTIDAD	1 FISURAS EN UNA DIRECCION	2 FISURAMIENTO EN RED	3 DESCASCARAMIENTO	4 ARMADURA AL AIRE	5 NIDOS DE PIEDRAS	6 EFLORESCENCIAS				
5. RIOSTRAS (PTES. DE ACERO)	ITEM	1 OXIDAMIENTO	2 CORROSION	3 DEFORMACION	4 ROTURA DE LAS UNIONES	5 ROTURA DE ARRIOSTRAMIENTOS	6 OTROS				
	GRADO O CANTIDAD	1 OXIDAMIENTO	2 CORROSION	3 DEFORMACION	4 ROTURA DE LAS UNIONES	5 ROTURA DE ARRIOSTRAMIENTOS	6 OTROS				
6. VIGAS PRINCIPAL DE ACERO (EN CHERCHAS)	ITEM	1 OXIDAMIENTO	2 CORROSION	3 DEFORMACION	4 PERDIDA DE PERNOS	5 FISURAS EN SOLDADURAS	6 OTROS				
	GRADO O CANTIDAD	1 OXIDAMIENTO	2 CORROSION	3 DEFORMACION	4 PERDIDA DE PERNOS	5 FISURAS EN SOLDADURAS	6 OTROS				
7. RIOSTRAS (PTES. CONCRETO)	ITEM	1 FISURAS EN UNA DIRECCION	2 FISURAMIENTO EN RED	3 DESCASCARAMIENTO	4 ARMADURA AL AIRE	5 NIDOS DE PIEDRAS	6 EFLORESCENCIAS				
	GRADO O CANTIDAD	1 FISURAS EN UNA DIRECCION	2 FISURAMIENTO EN RED	3 DESCASCARAMIENTO	4 ARMADURA AL AIRE	5 NIDOS DE PIEDRAS	6 EFLORESCENCIAS				
8. VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO	ITEM	1 FISURAS EN UNA DIRECCION	2 FISURAMIENTO EN RED	3 DESCASCARAMIENTO	4 ARMADURA AL AIRE	5 NIDOS DE PIEDRAS	6 EFLORESCENCIAS				
	GRADO O CANTIDAD	1 FISURAS EN UNA DIRECCION	2 FISURAMIENTO EN RED	3 DESCASCARAMIENTO	4 ARMADURA AL AIRE	5 NIDOS DE PIEDRAS	6 EFLORESCENCIAS				
9. APOYOS	ITEM	1 ROTURA DEL APOYO	2 ROTURA DE ACCESORIOS	3 SALIDA DE ANCLAJES	4 ROTURA DEL DISCO	5 DEFORMACIONES RARAS	6 OTROS				
	GRADO O CANTIDAD	1 ROTURA DEL APOYO	2 ROTURA DE ACCESORIOS	3 SALIDA DE ANCLAJES	4 ROTURA DEL DISCO	5 DEFORMACIONES RARAS	6 OTROS				
10. ESTRIBOS	ITEM	1 GRIETAS O DESCASCARAM PARTIR APOYO	2 FISURAS A PARTIR APOYO	3 ROTURA DEL PARAPETO	4 INCLINACIONES	5 SOCAVACIONES	6 OTROS				
	GRADO O CANTIDAD	1 GRIETAS O DESCASCARAM PARTIR APOYO	2 FISURAS A PARTIR APOYO	3 ROTURA DEL PARAPETO	4 INCLINACIONES	5 SOCAVACIONES	6 OTROS				
11. CEPAS	ITEM	1 GRIETAS O DESCASCARAM PARTIR APOYO	2 FISURAS A PARTIR APOYO	3 DEFORMACION DE CANTILEVER	4 INCLINACIONES	5 SOCAVACIONES	6 OTROS				
	GRADO O CANTIDAD	1 GRIETAS O DESCASCARAM PARTIR APOYO	2 FISURAS A PARTIR APOYO	3 DEFORMACION DE CANTILEVER	4 INCLINACIONES	5 SOCAVACIONES	6 OTROS				
12. PINTURA	ITEM	1 DECOLORACION	2 OXIDAMIENTO	3 AMPOLLAMIENTO	4 DESCASCARAM.	5 OTROS					
	GRADO O CANTIDAD	1 DECOLORACION	2 OXIDAMIENTO	3 AMPOLLAMIENTO	4 DESCASCARAM.	5 OTROS					
13. ARTICULACIONES DE VIGAS GERBER	ITEM	1 FISURAS EN UNA DIRECCION	2 FISURAMIENTO EN RED	3 AGRIETAMIENTO	4 ARMADURA AL AIRE	5 NIDOS DE PIEDRAS	6 EFLORESCENCIAS				
	GRADO O CANTIDAD	1 FISURAS EN UNA DIRECCION	2 FISURAMIENTO EN RED	3 AGRIETAMIENTO	4 ARMADURA AL AIRE	5 NIDOS DE PIEDRAS	6 EFLORESCENCIAS				
14. OTROS	ITEM	1 DERRUMBE TALUD, ESTRIBO	2 DAÑOS POR IMPACTO ROCAS	3 DAÑOS EN CABO VIGAS	4 SE EFECTUO REPARACION?	5 OTROS					
	GRADO O CANTIDAD	1 DERRUMBE TALUD, ESTRIBO	2 DAÑOS POR IMPACTO ROCAS	3 DAÑOS EN CABO VIGAS	4 SE EFECTUO REPARACION?	5 OTROS					
COMENTARIOS ESPECIALES	1 EXISTIERON DESBORDAMIENTOS		2 EXISTEN EMPRESTITOS DE MATERIAL								
	a. SI b. NO c. NO SE SABE		a. SI b. NO								
FECHA INSPECCION				NOMBRE INSPECTOR				FIRMA			

Tabla 2-2: Hoja de inspección para la evaluación de daños

3. Definiciones de los términos empleados en un puente

Para hacer los registros en la planilla del inventario de puentes que se muestra en la Tabla 2-1, se establecieron códigos para diversos materiales, tipos de estructura, etc. Éstos códigos se determinaron tomando en cuenta los materiales, tipos de puentes, etc. que se utilizan actualmente en Chile, y las definiciones de cada uno de ellos están en la Tabla 3-1. En esta Guía además de hacerse una explicación de la terminología frecuentemente utilizada en inspecciones de puentes, se explica también el cuadro de códigos.

3-1 Elementos principales de un puente

Las partes de un puente pueden agruparse funcionalmente en tres partes: superestructura, infraestructura y accesorios (estructura para la seguridad vial). La superestructura consiste de los elementos estructurales de uso directo, ya sea por tránsito vehicular o por los peatones (estos son losa, vigas principales, y las partes que conforman el tablero). La infraestructura es la parte que sostiene toda la superestructura (o sea está compuesta por las partes concernientes a las cepas y estribos). Y por último, los accesorios consisten de los barandados, pavimento, etc.

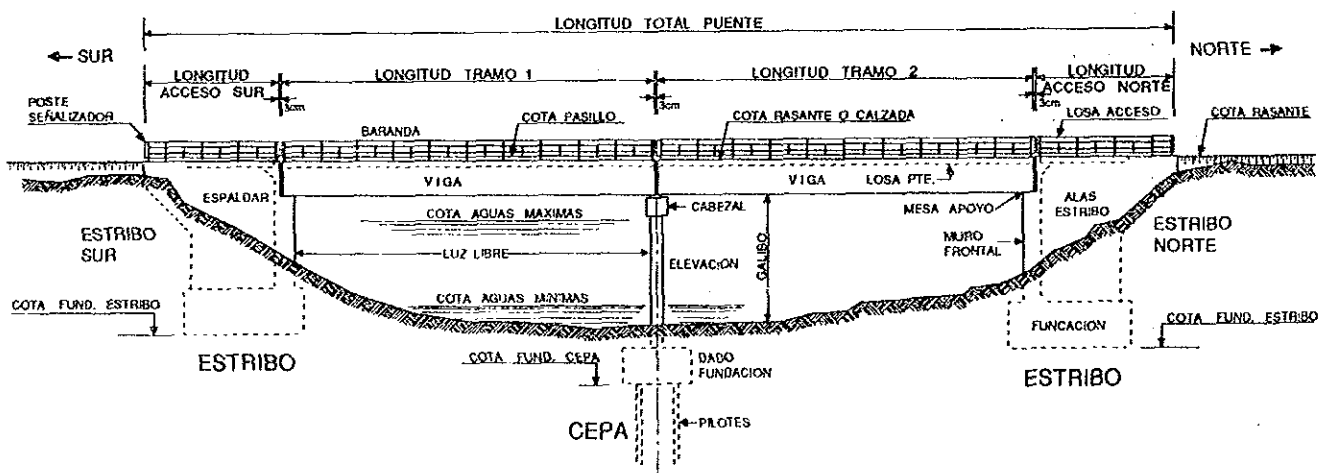


Figura 3-1 : Partes principales de un puente

Tabla 3-1(1) : Codificación de las partes de un puente

Clasificación estructural			Código
SUPER ESTRUCTURA (4L)	Tipo de puente (1 línea)	Vigas	1
		Pórtico	2
		Arco	3
		Atirantado	4
		Colgante	5
		Cercha	6
		Fink	7
		Otros	8
	Tipo de vigas (2 líneas)	Simplemente apoyada	1
		Continua	2
		Gerber	3
		Otros	4
	Tipo de material (3 líneas)	Hormigón armado	1
		Hormigón postensado	2
		Hormigón pretensado	3
		Acero	4
Madera		5	
Piedra		6	
Bloques		7	
Otros		8	
Tipo de viguetas (4 líneas)	De sección "I" o "T"	1	
	Losa	2	
	Cajón	3	
	Otros	4	
PISO (1L)	Tipo de material	Hormigón armado vaciado in situ	1
		Hormigón armado prefabricado	2
		Madera	3
		Acero	4
		Otros	5
INFRA ESTRUCTURA (3L)	Parte de la infraestruct. (1 línea)	Estribos	1
		Cepas	2
		Otros	3
	Tipo de material (2 líneas)	Hormigón	1
		Madera	2
		Acero	3
		Piedra	4
		Bloques	5
		Otros	6
	Tipo de estribo (3 líneas)	Cajón	1
		Muro de contención	2
		Estribo-Cepa	3
Otros		4	

Tabla 3-1(2): Codificación de las partes de un puente

Clasificación estructural			Código
INFRA ESTRUCTURA (3L)	Tipo de cepa (3 líneas)	Cajón	1
		Cepa "T"	2
		Pórtico	3
		Cajón aporticado	4
		Cepa-pilote	5
		Cepa-pilote de acero	6
		Otros	7
FUNDACIÓN (1L)	Tipo de fundación	Directa	1
		Pilotes hincados	2
		Pilotes vaciados in situ	3
		De cajón abierto	4
		De cajón neumático	5
		Otros	6
JUNTA (1L)	Tipo de junta	De cantoneras con placas cobertoras	1
		Abiertas, de cantoneras	2
		De goma	3
		De goma reforzadas con placas de acero	4
		Tipo peine	5
		Otros	6
APOYO (1L)	Tipo de apoyo	Neopreno	1
		Neopreno de capas múltiples	2
		Placas de acero	3
		Semi-móviles de acero	4
		Móviles de acero	5
		Articulados	6
		Otros	7
RODADO	Según el tipo de pavimento	Hormigón	1
		Asfalto	2
		Rípido	3
		Tierra	4
		Otros	5
EJE DEL PUENTE	Trazado del camino	Línea recta	1
		Curva	2
		Otros	3
CRUCES		Río	1
		Sima, depresión topográfica	2
		Vía férrea	3
		Camino	4
		Estero, acueducto	5
		Otros	6

3-2 Superestructura

La superestructura se clasifica en los siguientes 4 grupos según: el tipo de estructura en general del puente, el tipo viga principal (estructuralmente), los materiales de las vigas y el tipo de sección transversal de la viga principal.

3-2-1 Tipo de estructura del puente

(1) Estructura de las vigas

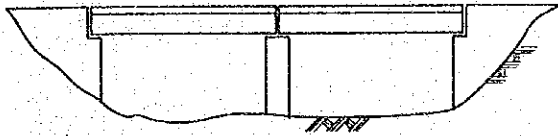


Figura 3-2

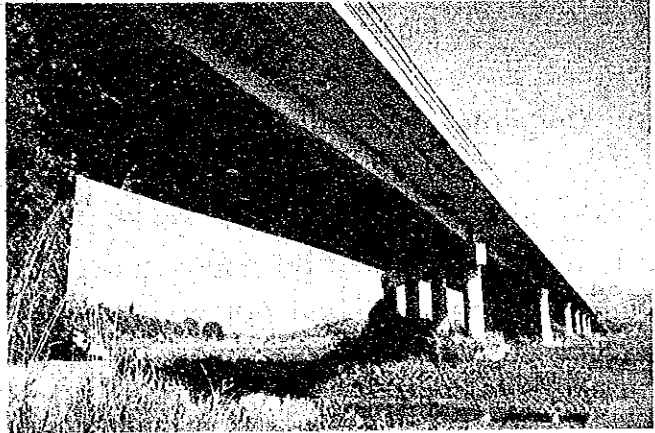


Figura 3-3

(2) Marco

Puentes donde la superestructura y la infraestructura son monolíticas.

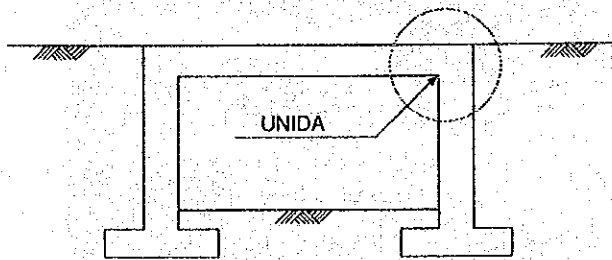


Figura 3-4

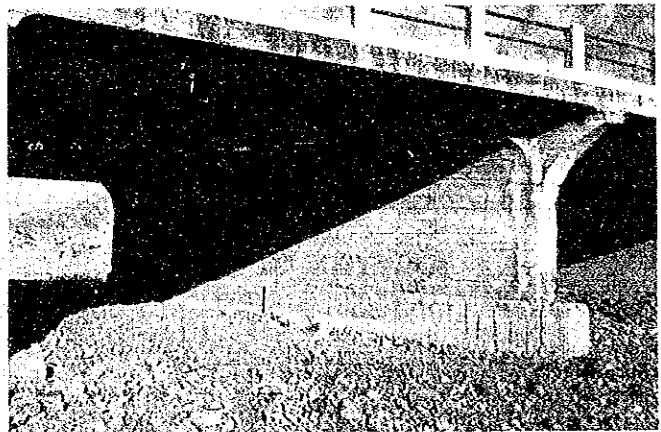


Figura 3-5

(3) Arco

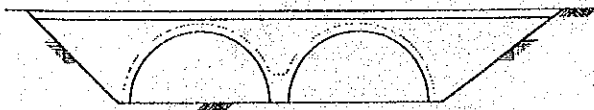


Figura 3-6



Figura 3-7

(4) Atrantados

Puente donde las vigas están sostenidas mediante tirantes de acero desde las columnas.

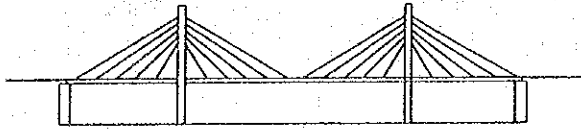


Figura 3-8

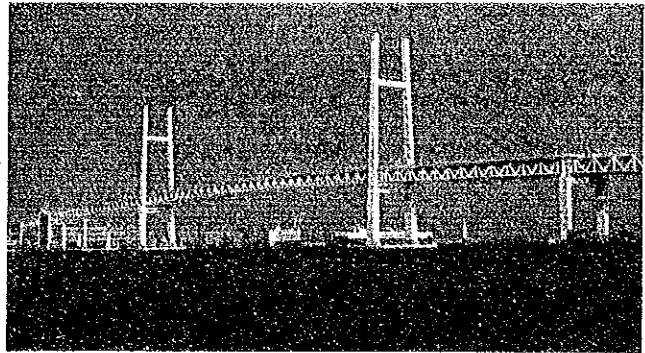


Figura 3-9

(5) Colgante

Puente donde las vigas están sostenidas por cables de acero que cuelgan desde cables principales tendidos entre las columnas.



Figura 3-10

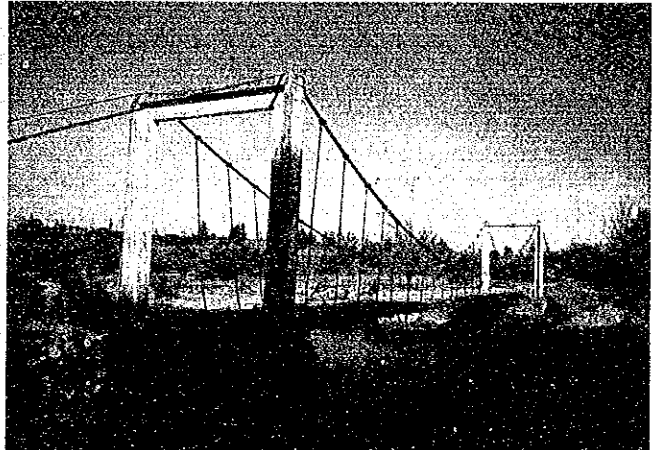


Figura 3-11

(6) Celosía

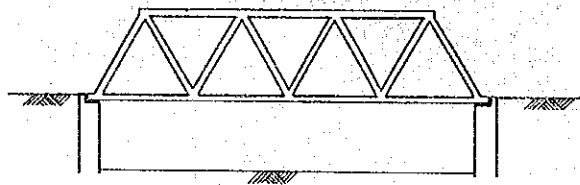


Figura 3-12

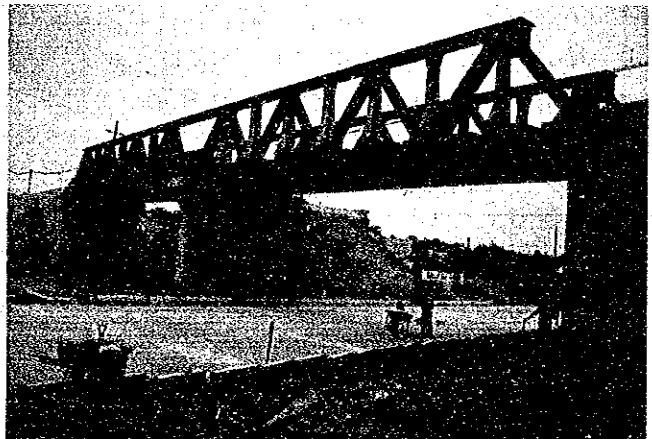


Figura 3-13

(7) Fink

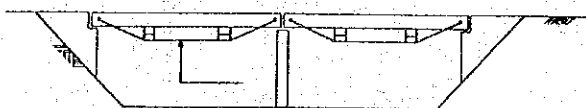


Figura 3-14



Figura 3-15

3-2-2 Tipos de vigas

(1) Simplemente apoyada

Puentes en cuyo sistema de vigas está compuesto por vigas simples, no continuas de tramo a tramo, y que están simplemente apoyadas en la infraestructura.

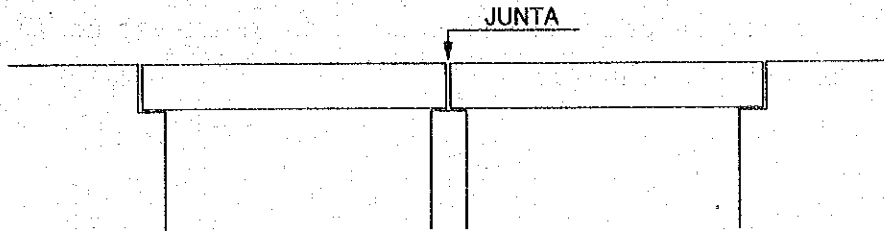


Figura 3-16

(2) Viga continua

Puente en el cual por lo menos 2 tramos se comunican en forma continua con vigas apoyadas en un tercer punto de la infraestructura.

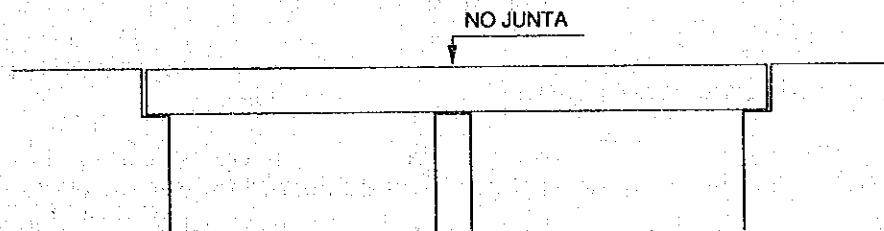


Figura 3-17

(3) Viga Gerber

Método en el cual se coloca una viga de luz corta simplemente apoyada al centro de uno de los tramos del puente (o articulaciones). Esto evita los cálculos complicados en el diseño de vigas continuas, pero no es muy usado en la actualidad.

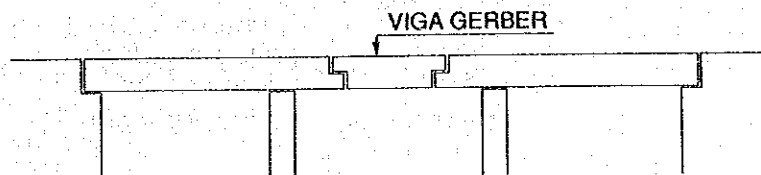


Figura 3-18

(4) Estructuras sin vigas

Si un puente está compuesto por vigas sostenidas por cables colgantes o tirantes, o como las que se describen arriba, será incluida en una de las clasificaciones anteriores; sin embargo, si no tiene ni una de estas vigas, tales como los puentes de losas colgantes, etc., entrarán en esta clasificación.

3-2-3 Clasificación según el tipo de material de la viga principal

(1) Vigas de hormigón armado

El hormigón es resistente a esfuerzos de compresión, pero es débil a los de tracción. Se denomina como "hormigón armado" a aquel hormigón que a fin de absorber los esfuerzos de tracción, introduce barras de acero como refuerzo de las partes de sección solicitadas por éstos esfuerzos.

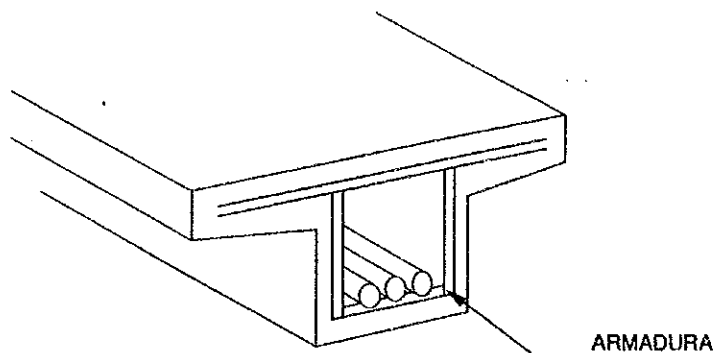


Figura 3-19

(2) Vigas de hormigón postensado

En el caso de vigas de hormigón armado, los esfuerzos de tracción son absorbidos por una armadura interna de refuerzo, sin embargo conjuntamente con las elongaciones de las barras que componen esta armadura, se generan fisuras en el hormigón de las secciones traccionadas. Para evitar este problema, se proporciona a éstas secciones, un esfuerzo de compresión generado mediante cables adicionales traccionados (los cuales por las características elásticas del acero originan esfuerzos de compresión al contraerse) que cierran las mencionadas fisuras. A este tipo de estructuras se denomina como "estructuras pretensadas".

Según al método de aplicación de este tipo de esfuerzos adicionales de compresión, se pueden dividir en dos tipos de vigas, uno de las cuales son aquellas en las que se proporciona el tesado del cable luego de haber terminado con el hormigonado de la viga. A este tipo de vigas se denominan como "vigas de hormigón postensado".

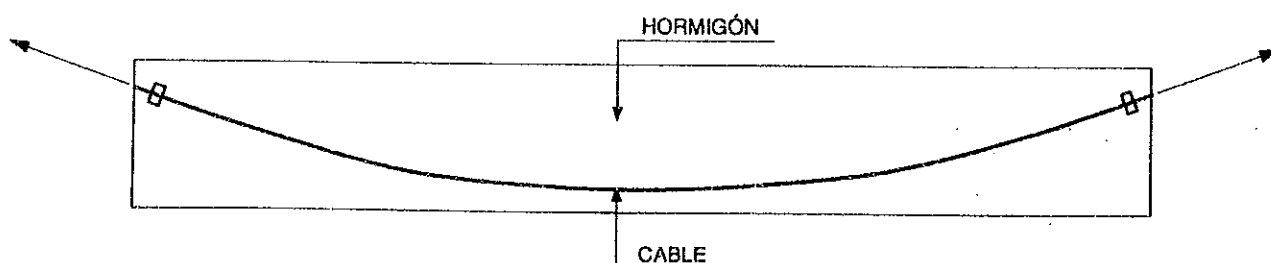


Figura 3-20

(3) Vigas de hormigón pretensado

En este método, primeramente se instalan los cables en un marco especial y luego se procede al tésado de los mismos; posteriormente, se procede al hormigonado de la viga. Una vez que el hormigón hubiera fraguado, se sueltan los cables y éstos, al contraerse, generan los esfuerzos de compresión arriba mencionados. A este tipo de vigas se conocen como "vigas de hormigón pretensado" (ver Figura 3-21).

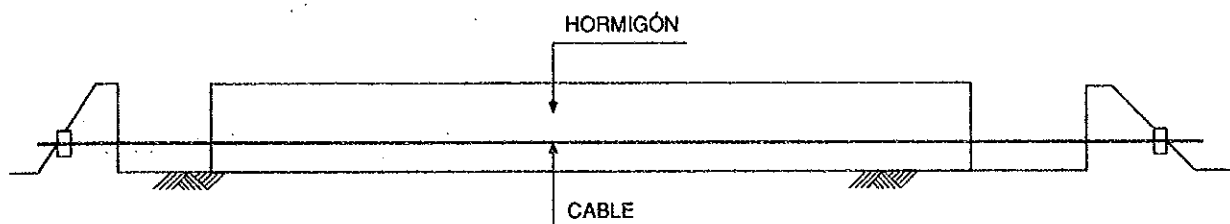


Figura 3-21

(4) Vigas de acero

Casos en los cuales la viga principal, así como los travesaños o riostras transversales son de acero.

(5) Vigas de madera

La viga principal, y otros elementos principales de arriostamiento transversal son de madera.

(6) Sillería

El principal material utilizado en el puente son piedras o rocas. Es frecuente en los puentes de arco.

(7) Ladrillos o bloques

Casos en los cuales el puente está construido de ladrillo o bloques de concreto, etc.

(8) Otros

Puentes construidos con otros materiales, tales como aluminio, fibra de vidrio, etc.

3-2-4 Tipos de entramado

(1) Tipo viga (Vigas de sección I o T)

Viga principal de sección transversal tipo I o T como se ilustra en la Figura 3-22.

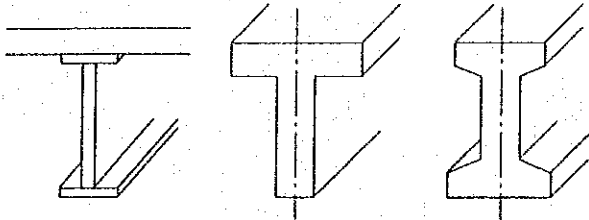


Figura 3-22

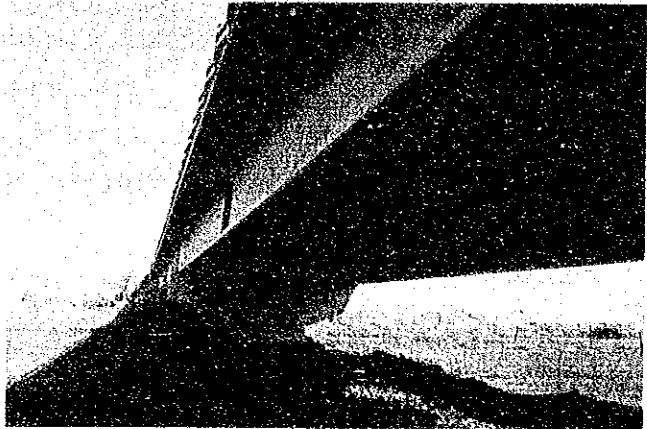


Figura 3-23

(2) Losa

No existen vigas y el entramado del puente está conformado por una losa plana.

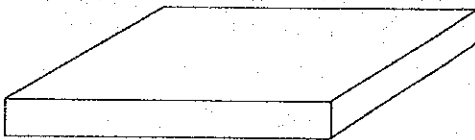


Figura 3-24

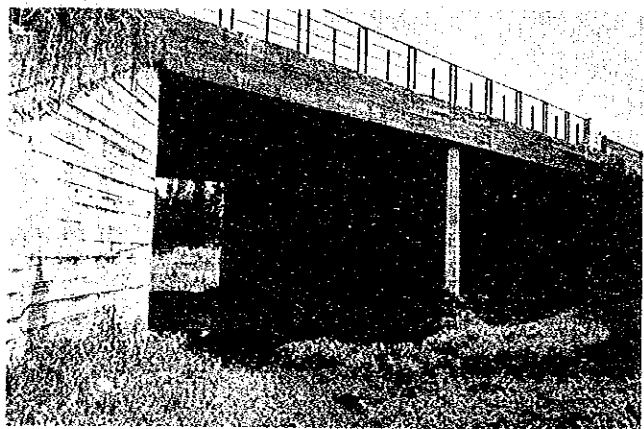


Figura 3-25

(3) Cajón

El entramado está conformado por vigas de tipo cajón.

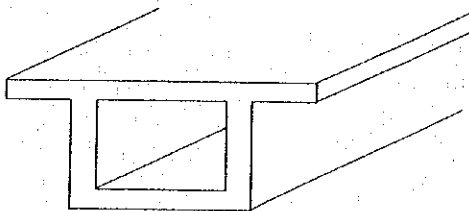


Figura 3-26



Figura 3-27

3-3 Piso

El piso es un elemento fundamental en la superestructura de un puente. Puesto que en Chile quedan todavía muchos puentes cuyo piso está conformado por un tablero de madera, y puesto que esto incluye muchos problemas especiales en cuanto a la administración de mantenimiento se refiere, se decidió clasificar a éstos casos utilizando otra codificación. A continuación se muestran casos de pisos frecuentemente utilizados.

(1) Losas de hormigón armado preparadas "in situ"

Pisos compuestos por losas de hormigón armado preparado "in situ", sobre un encofrado instalado con anterioridad una vez construido el entramado (vigas y travesaños) de la superestructura. Tiene la particularidad de ser monolítico, o sea de no tener puntos de unión intermedios.

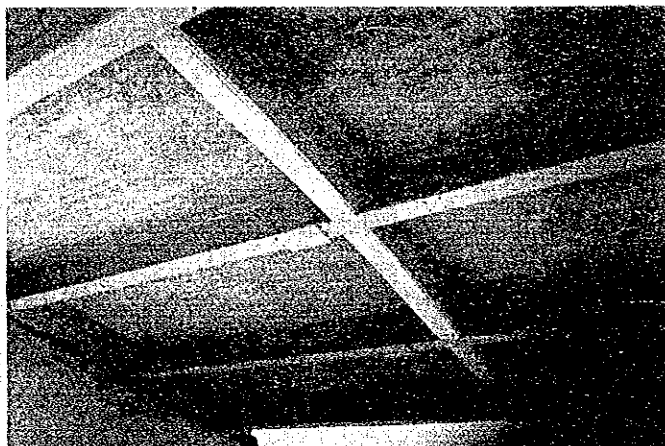


Figura 3-28

(2) Losas prefabricadas de hormigón armado

Pisos compuestos por losas prefabricadas, o sea por losas de hormigón armado fabricadas en plantas o talleres especiales ubicados en otro lugar. Éstas losas, se instalan o ensamblan sobre el entramado (vigas y travesaños). Éstos pisos no son monolíticos, o sea existen juntas a intervalos regulares.

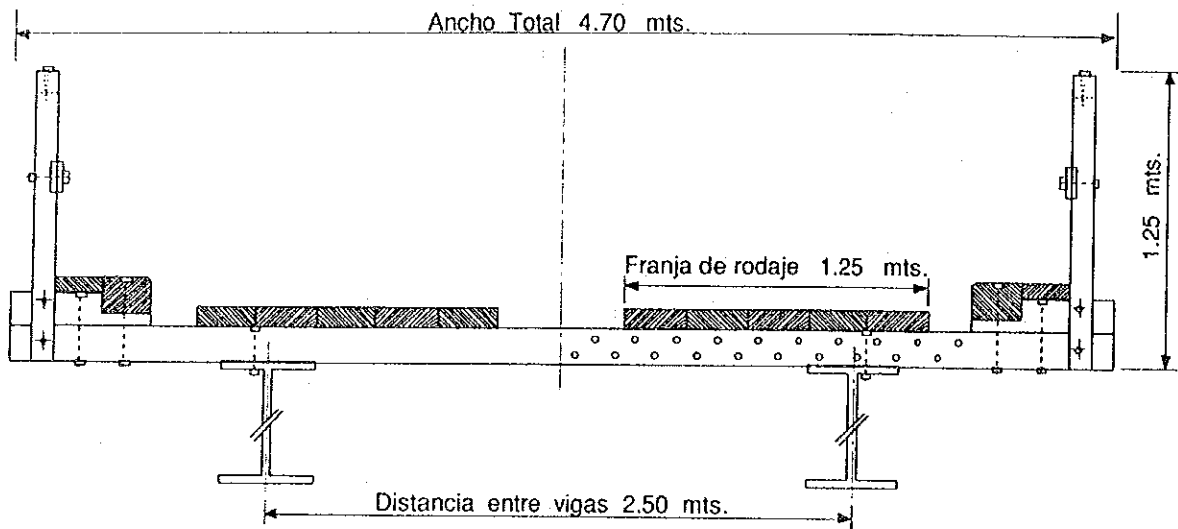
Existen también casos de puentes en los cuales se utilizan elementos prefabricados conformados por vigas, viguetas y losa, estos casos también entran dentro de este grupo de clasificación. En este caso, las uniones están paralelas en el sentido longitudinal de la viga.



Figura 3-29

(3) Pisos de madera

Esta clasificación corresponde a los puentes que utilizan un tablero de madera como piso de la superestructura.



CORTE TRANSVERSAL DEL TABLERO

Figura 3-30: Sección transversal de un tablero de madera



Figura 3-31

(4) Otros

La mayoría de los puentes de Chile utilizan pisos de hormigón armado o de madera (tableros); sin embargo, algunos casos especiales en que se utilizaron losas de acero, deberán clasificarse como "Otros".

3-4 Infraestructura

3-4-1 Clasificación de los tipos de infraestructura

La infraestructura tiene la función de sostener el peso del puente y de transmitir las cargas provenientes de éste a las fundaciones. Estructuralmente se divide en dos elementos, estos son: los estribos y las cepas.

(1) Estribo

Es el elemento estructural ubicado entre el camino de acceso y el puente, o sea está a la entrada y a la salida del puente. Su función fundamental es la de soportar las cargas y esfuerzos provenientes de la superestructura y del terraplén de acceso.

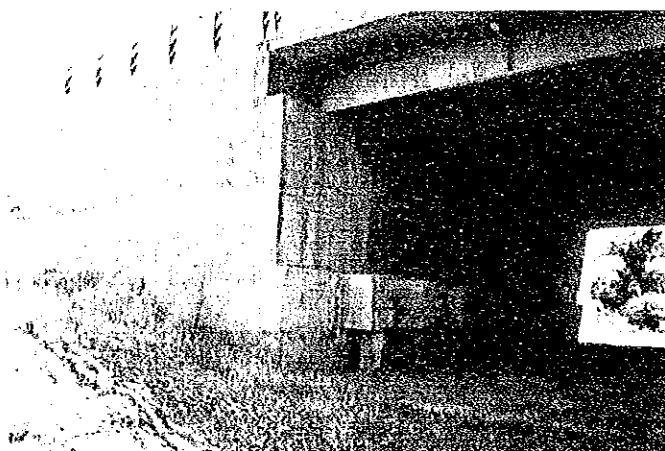


Figura 3-32

(2) Cepas

Son elementos estructurales existentes en puentes de dos o más tramos. Su función es la de soportar la superestructura en puntos intermedios ubicados entre los estribos. En el caso de puentes ubicados sobre ríos, los principales esfuerzos que deben soportar corresponden a los de tipo hidráulico.

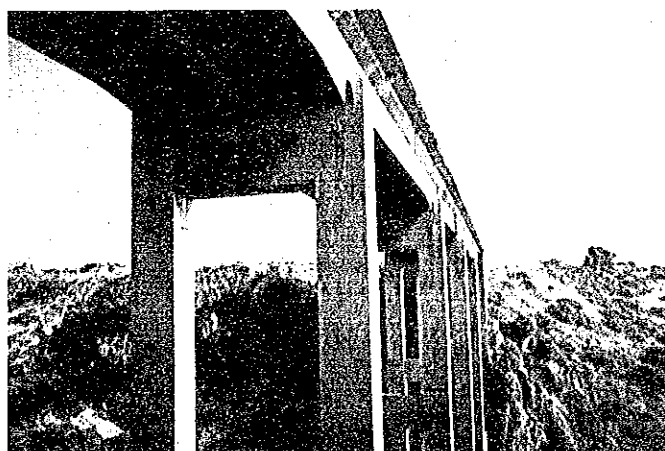


Figura 3-33

3-4-2 Materiales de la infraestructura

Los materiales que se utilizan en la construcción de la infraestructura, básicamente son los mismos que los de la superestructura; pero cabe indicar que, en la mayoría de los puentes actuales se utilizó principalmente el hormigón armado, debido a su fácil instalación y a su costo relativamente económico.

3-4-3 Tipos de estructura

(1) Estribo

Funcionalmente los estribos se pueden clasificar en dos tipos principales: aquéllos que soportan todo el peso del terraplén de acceso tal como un muro de contención (estribos tipo muro), y aquéllos que utilizan un muro frontal para contrarrestar las cargas a lo largo del estribo (estribos ocultos o enterrados). Este segundo tipo tiene a su vez una subclasificación que consiste en estribos que tienen la misma estructura que la cepas (estribos tipo cepa). En Chile se utiliza con frecuencia este último tipo de estribos.

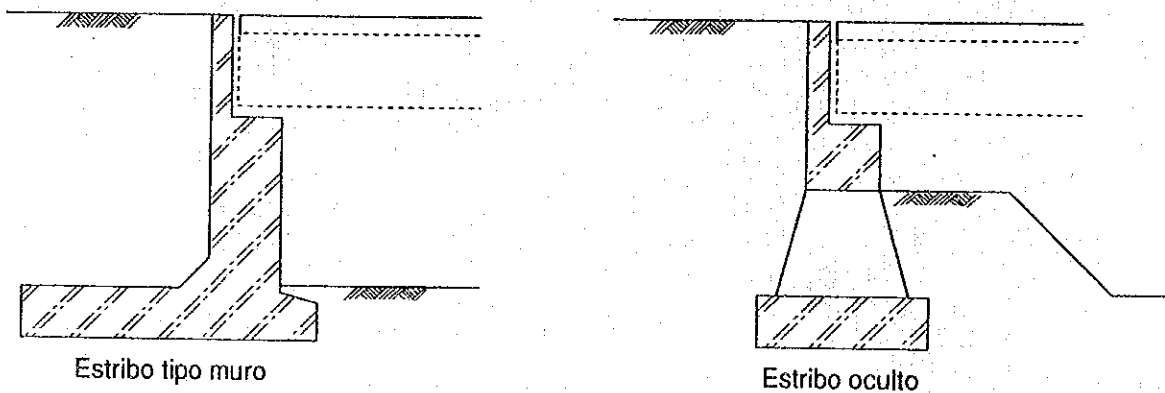


Figura 3-34

(2) Cepas

Existe una gran variedad de tipos y formas de cepas que varían de acuerdo a factores tales como el lugar de emplazamiento, peso de la superestructura, factores económicos, etc. Los tipos más utilizados en Chile, son las cepas tipo muro (o tipo pared), cepas tipo T, tipo pórtico, tipo pórtico con muro, cepas-pilotes, y cepas de pilotes con entramado de acero o de madera. Las características de cada uno se describirán en los siguientes diagramas.

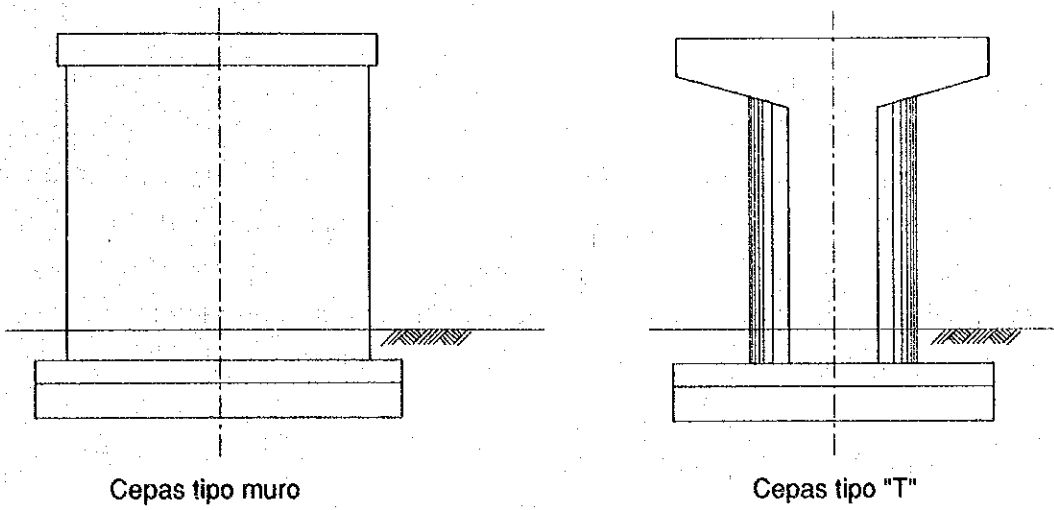


Figura 3-35

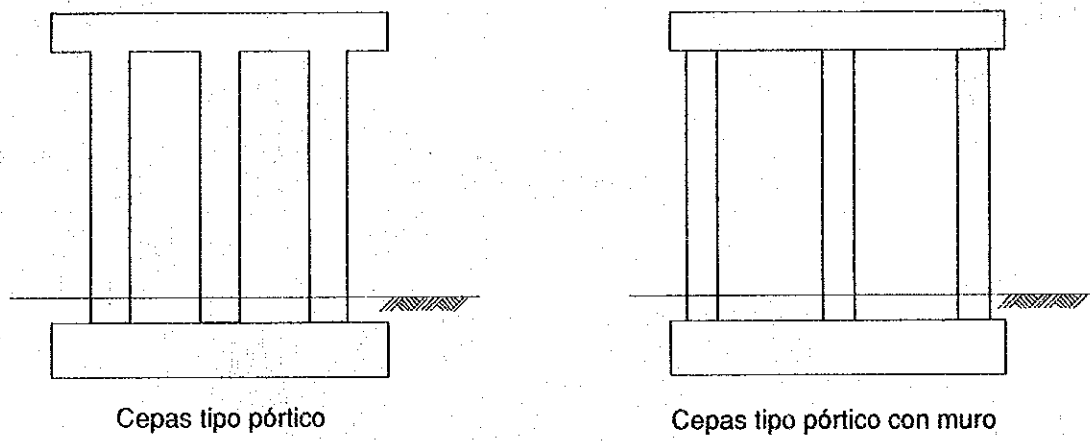


Figura 3-36

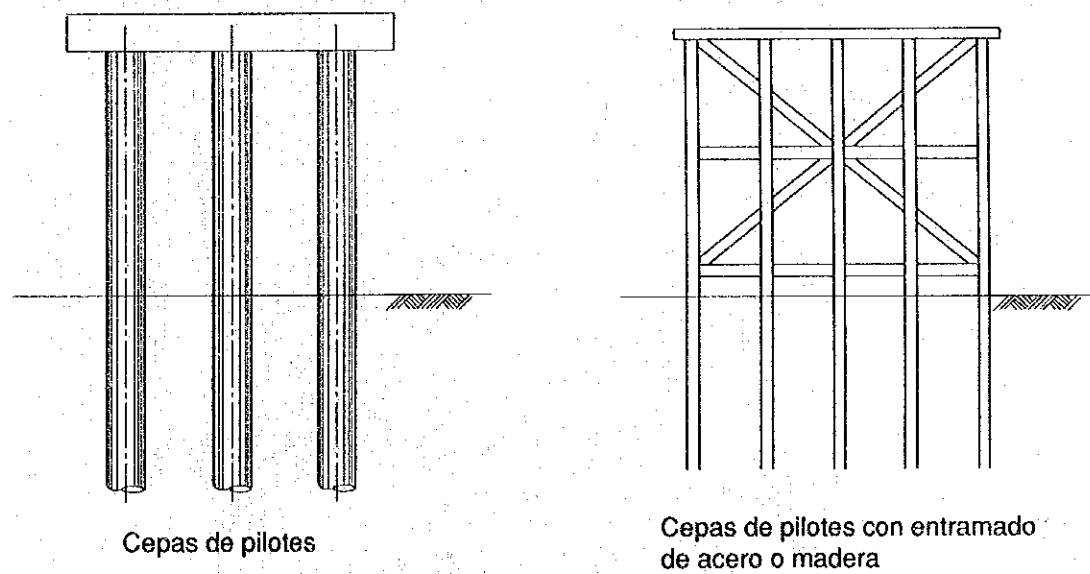


Figura 3-37

3-5 Tipos de fundaciones

La fundación es un elemento estructural muy importante cuya función es la de soportar los pesos de la superestructura e infraestructura, y transmitirlos al lecho; su importancia radica además, en que juega un papel primordial ante los fenómenos de deformación y socavación. Debido a que normalmente está hundida en el lecho, su inspección es muy difícil; sin embargo, puesto que la preparación de planos, la inspección de los puntos afectados por la socavación, etc. son necesarios para verificar las fundaciones, su inspección es indispensable.

(1) Fundación directa

Se utiliza cuando hay una capa firme en el lecho, muy cerca de la superficie (lecho rocoso).

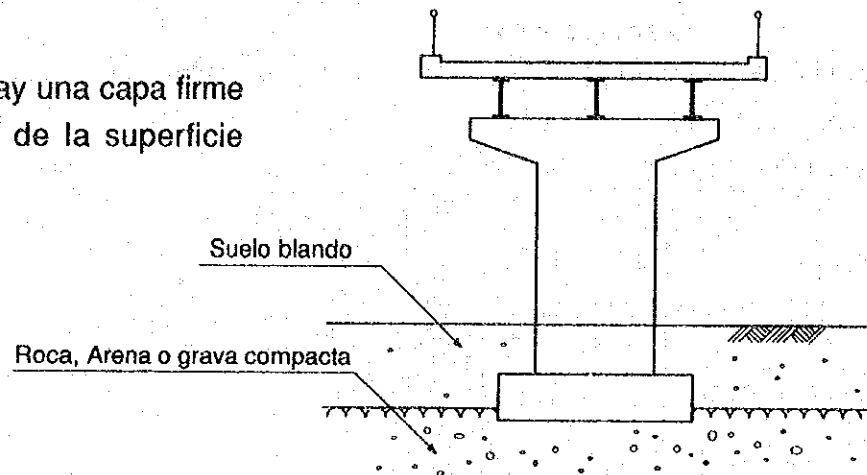
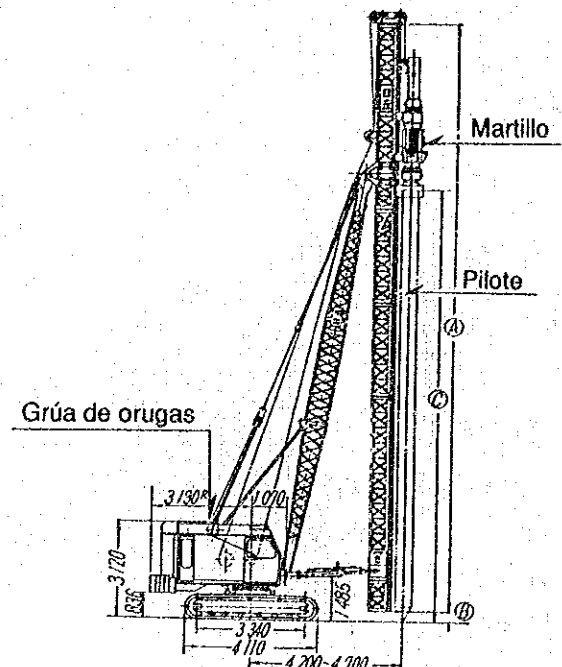


Figura 3-38

(2) Fundaciones con pilotes de penetración

Existen los siguientes tipos de pilotes de penetración: pilotes de riel, pilotes de tubos de acero, pilotes de acero de sección tipo "H", pilotes de hormigón armado, pilotes de hormigón pretensado, etc. Comúnmente el hincado de éstos en el lecho, se efectúa mediante un martillo hidráulico.



Hincador de pilotes

Figura 3-39

(3) Fundaciones con pilotes pre-excavados

Para el hincado de éstos pilotes, previamente se ejecuta la excavación de los pozos de hincado, mediante equipos de perforación, y luego se introducen los pilotes, o se arma y vacía el hormigón "in situ". Normalmente, en este tipo de fundaciones se utilizan pilotes de hormigón armado de más de 1.0m de diámetro.

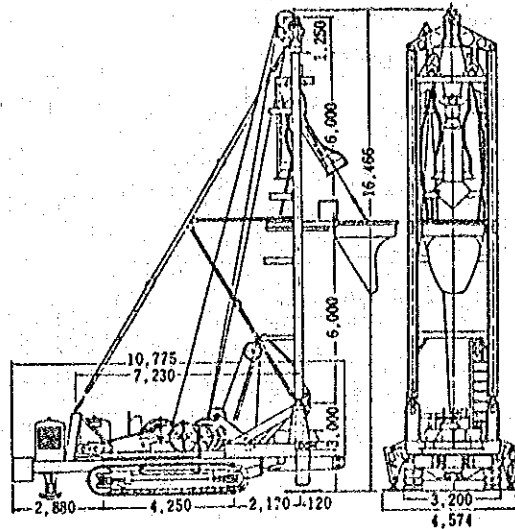


Figura 3-40

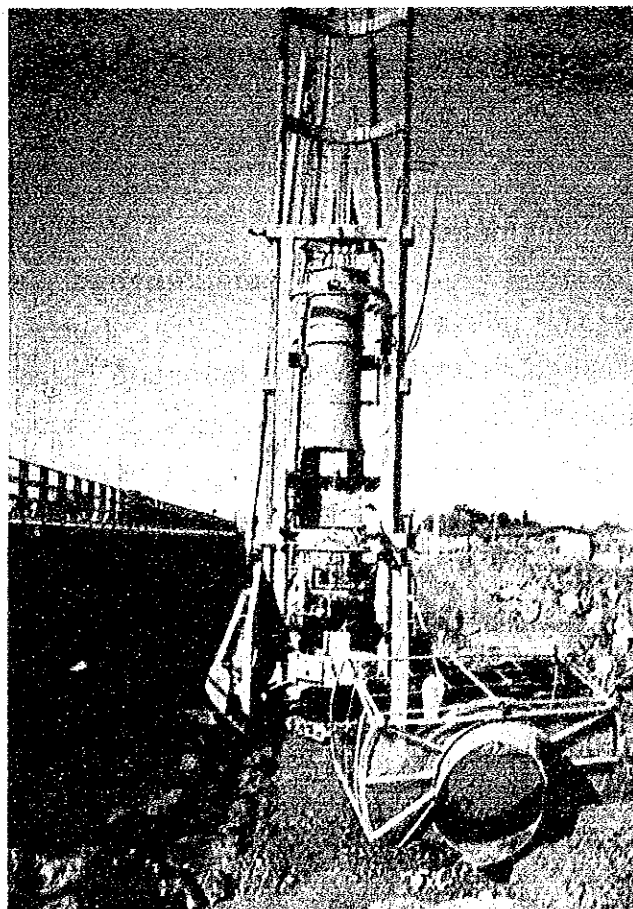


Figura 3-41

(4) Fundación de cajón abierto

Este tipo de fundación consiste en el hincado sucesivo por gravedad de un cajón abierto sin fondo de gran diámetro. Para esto se introducen paulatinamente las piezas que componen el cajón, y se excava el terreno del interior de éste, provocando su descenso en el interior del lecho por gravedad.

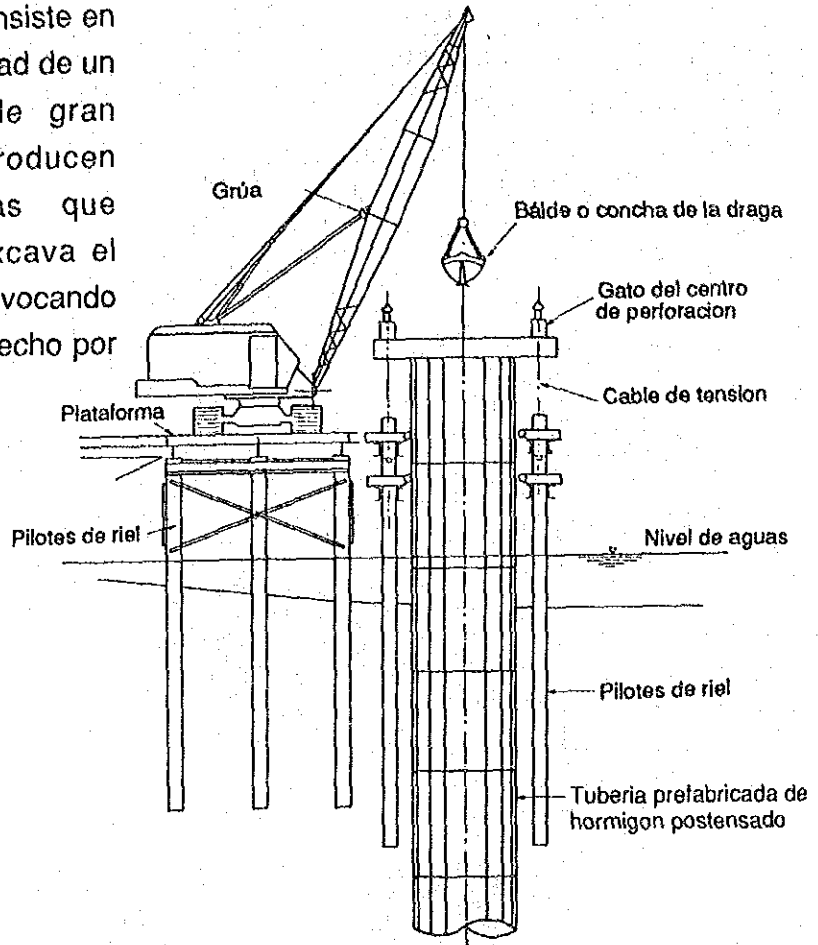


Figura 3-42

(5) Fundación de cajón neumático

Este tipo de fundación utiliza el mismo principio que la fundación de cajón abierto, con la diferencia que éste se utiliza en el caso de fundaciones de gran escala y en terrenos de poca capacidad portante. Consiste en el hincado por gravedad de un cajón cerrado herméticamente en el cual se introduce aire a presión para evitar el ingreso de material en su interior, y se efectúan los trabajos de excavación extrayendo el material por un ducto interior.

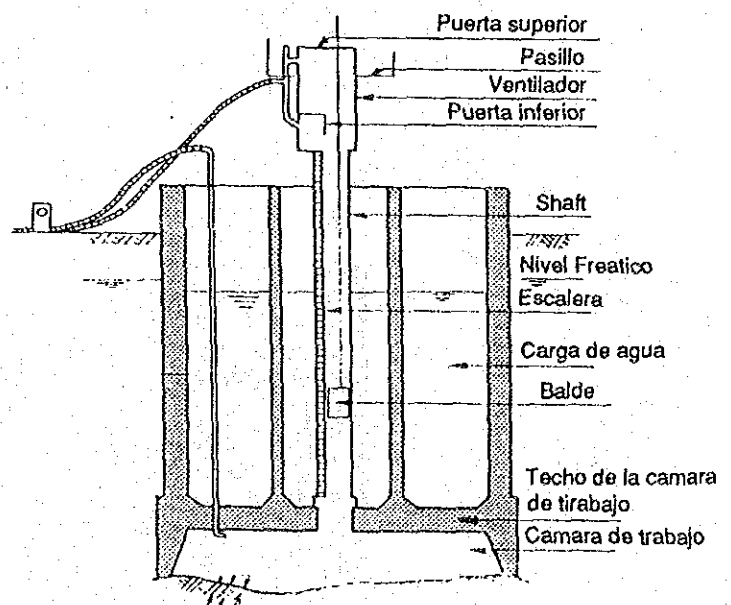


Figura 3-43

3-6 Juntas de expansión

Las juntas de expansión constituyen un elemento muy importante para facilitar los movimientos de expansión y/o de rotación de un puente. En la actualidad se han desarrollado una gran variedad de tipos de juntas de expansión, pero en Chile, casi en todos los puentes se utilizan juntas del tipo de cantoneras con placas cobertoras, o juntas abiertas de cantoneras. No se observaron juntas de goma, y puesto que sería recomendable su aplicación se hace una presentación de este tipo de juntas.

(1) Juntas de cantoneras con placa cobertora

Éstas juntas de expansión se utilizan para proteger los vértices de la losa (con las cantoneras) y para mejorar el paso de vehículos por el acceso al puente (con la placa cobertora).

Tienen la desventaja de que las partes soldadas son fácilmente dañadas con el tránsito vehicular. Por lo que no es recomendable su utilización en puentes con grandes volúmenes de tránsito.

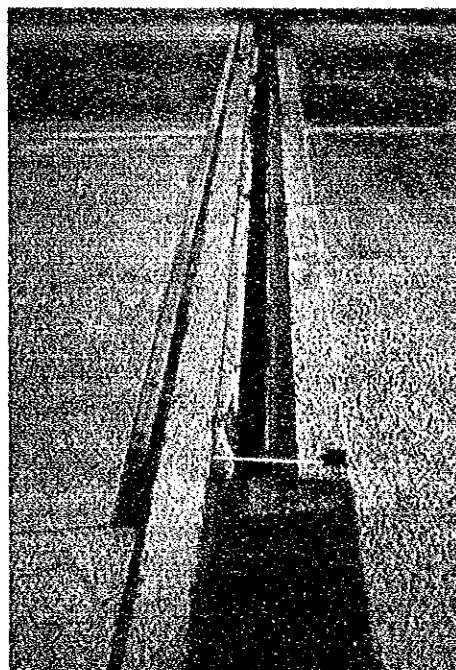


Figura 3-44

(2) Juntas abiertas, de cantoneras

Éstas juntas están destinadas, además de cumplir con sus funciones originales, a la protección de los vértices de la losa. Se utilizan en puentes de menor escala. Debido a que están abiertas, permiten que el lodo u otros materiales de la superficie caigan directamente debajo del puente, dañando las vigas.



Figura 3-45

(3) Juntas de expansión de goma

Se colocan sellos de goma en la abertura de la junta abierta con cantoneras para evitar que el lodo u otros materiales entren en ésta.

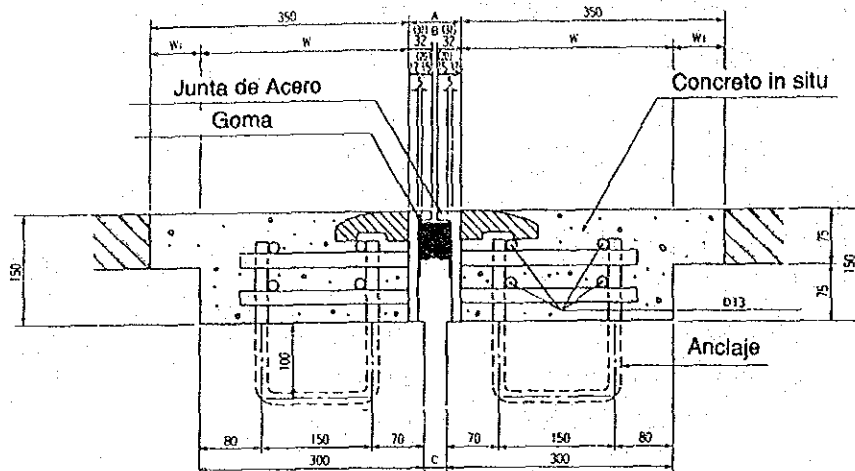


Figura 3-46

(4) Juntas de expansión de goma reforzadas con placas de acero

En el caso de puentes grandes, la expansión también es mayor y para evitar que la estructura sea afectada requiere tener holguras mayores para la expansión del puente, por lo que es necesario proteger y cubrir éstas aberturas. La goma por sí sola no tiene resistencia, y por eso se utiliza acero recubierto de goma para darle al puente las funciones de expansión necesarias. También es más conveniente para el tránsito de vehículos.

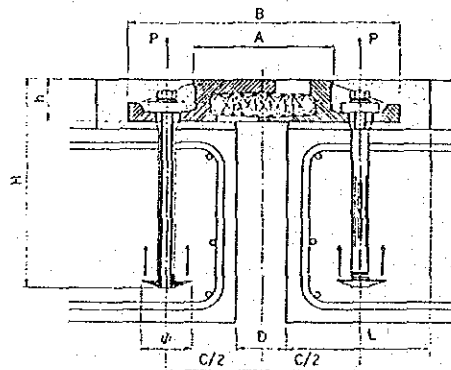


Figura 3-47

(5) Juntas de expansión de tipo peine

Este tipo de junta es muy utilizada cuando se requieren holguras para expansiones muy grandes. No se observó su aplicación en Chile.

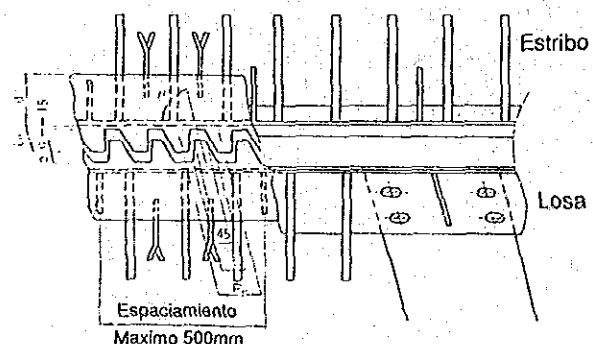


Figura 3-48

3-7 Apoyos

Los apoyos son elementos estructurales cuya función es recibir las cargas provenientes de la superestructura y transmitir las a la infraestructura. También tienen la función de absorber los efectos de expansión, rotación, y otros movimientos originados por los cambios de temperatura que si se transmitieran directamente a la infraestructura, ésta sería dañada. Se pueden clasificar en apoyos de goma (neopreno) y apoyos metálicos.

(1) Apoyos de neopreno

Están compuestos de una capa de goma (neopreno). Se utilizan en puentes chicos. En los casos en que la carga que actúa sobre la superestructura es muy grande, las deformaciones de expansión o contracción se incrementarían tanto que este tipo de apoyos resultan ser insuficientes.

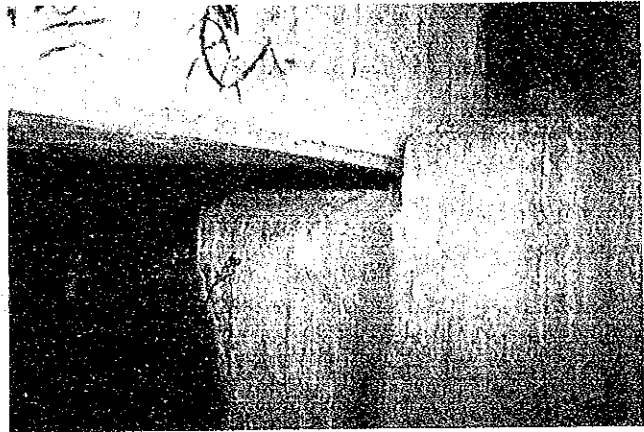


Figura 3-49

(2) Apoyos con múltiples capas de neopreno

Son apoyos destinados a amortiguar los efectos de grandes deformaciones que generalmente se producen en el caso de puentes de gran envergadura.

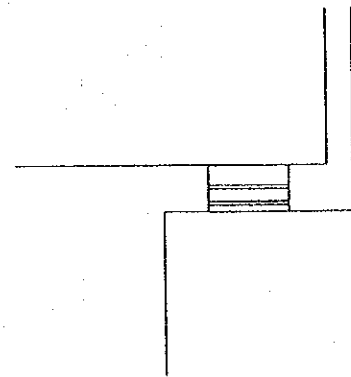


Figura 3-50

(3) Apoyos de placas de acero

Este tipo de apoyos consisten en la simple colocación de placas de acero en los puntos de apoyo de la superestructura sobre la infraestructura. Éstos apoyos no tienen suficiente capacidad de movimiento, ya sea ante desplazamientos o rotaciones (funcionan como apoyos fijos).

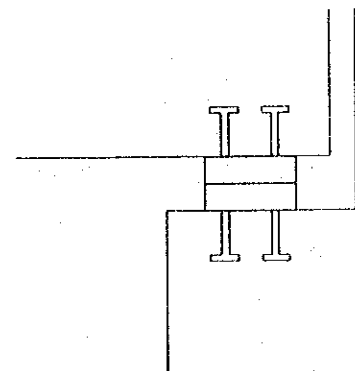


Figura 3-51

(4) Apoyos semi-móviles de acero

Con el objeto de facilitar el desplazamiento y/o rotación de los apoyos de placas metálicas, se modifica el mecanismo de apoyo descrito en el caso anterior, agregando un medio cilindro de acero a la placa inferior, introduciendo así el efecto de rotación en el sistema de apoyo. Sin embargo este tipo de apoyo presenta aún resistencia al desplazamiento.

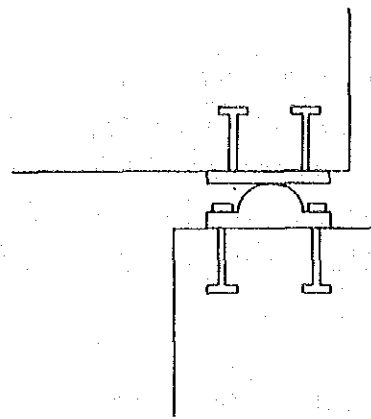


Figura 3-52

(5) Apoyos móviles de acero

En el caso de puentes con grandes expansiones, los apoyos descritos en el párrafo anterior resultan ser insuficientes debido a la resistencia al desplazamiento que presentan. En este caso, se intenta mejorar el efecto de desplazamiento horizontal agregando un rodillo de acero entre las placas de apoyo descritas en el tipo de apoyo (3) en lugar del medio cilindro mencionado en el tipo de apoyo (4).

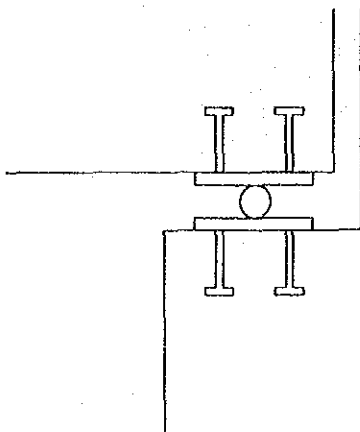


Figura 3-53



Figura 3-54

(6) Apoyos articulados (o con rotulas)

Éstos apoyos son diseñados para proporcionar funciones de rotación al sistema de apoyo (ver Figura 3-55), y tienen la finalidad de eliminar la transmisión de momentos hacia la infraestructura. Durante las inspecciones de los puentes de Chile, se observaron varios casos de cepas con rotulas o articuladas en su base; éstos casos también entran dentro de esta clasificación.

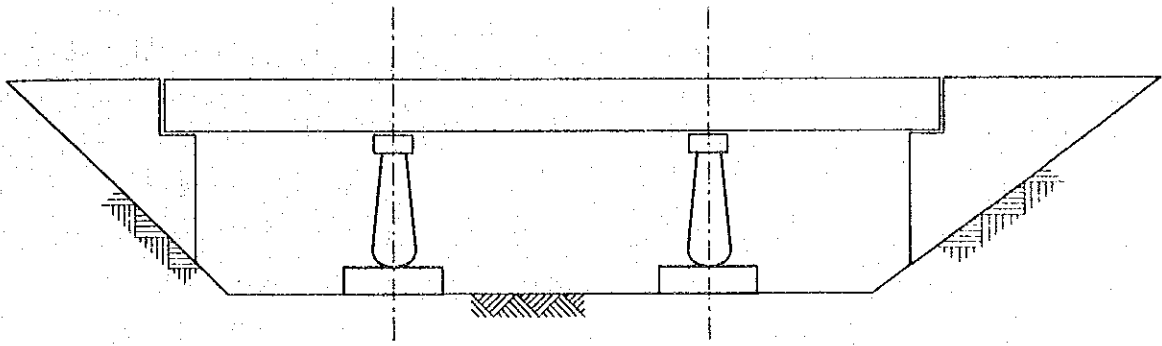


Figura 3-55

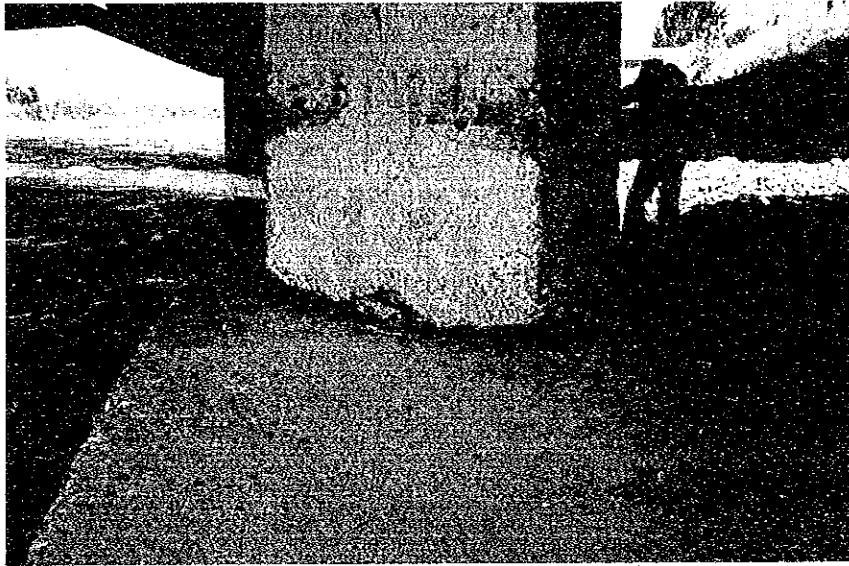


Figura 3-56

3-8 Accesos

Considerando al puente como una parte del camino, debe tomarse en cuenta que si la unión puente-camino es defectuosa, el tránsito vehicular no se realizará en forma suave e inclusive a veces puede ser peligroso. Éstas porciones de camino, que constituyen el vínculo entre los puentes y el camino principal, son conocidos como los "accesos" del puente, y la inspección de su estado es muy necesaria. Básicamente éstos accesos no difieren de los caminos normales. En esta sección se presenta una descripción de accesos provistos de losas de protección que son conocidas como "losa de acceso".

(1) Losas de acceso

La parte posterior de los estribos (terraplén del estribo) se caracteriza por ser de difícil compactación; pues es afectada por fenómenos tales como la erosión, fuga del material de relleno, etc. ocasionándose asentamientos y relieves abruptos, escalones o baches en los de accesos.

En estos casos, se instalan losas de protección que apoyan sobre el cabezal del estribo para evitar que se produzcan éstos escalones. Estas losas se denominan como "losas de acceso" del puente. Normalmente se recubren con asfalto u otro tipo de pavimento para suavizar su superficie, pero esto no altera su clasificación en este ítem.

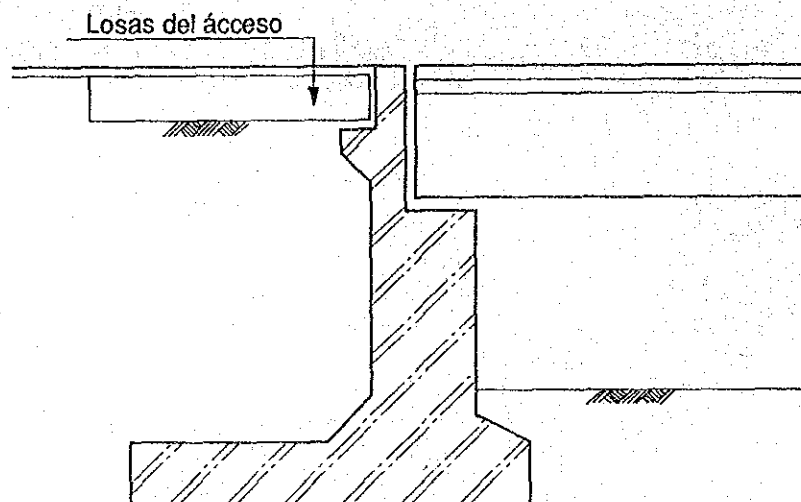


Figura 3-57

(2) Otros tipos de protección de los accesos

En caso que los accesos del puente no hayan sido provistos de las mencionadas "losas de acceso", se utilizan otros tipos de protección que consisten en la pavimentación de éstos y su clasificación se efectúa según el material del que está compuesto dicho pavimento.

3-9 Cruce

Un puente puede ser definido, desde otro punto de vista, como la parte del camino que sirve para cruzar o vencer algún obstáculo que se le interpone. El conocer de que tipo de obstáculo se trata, es una información importante para la administración del mantenimiento de puentes. Además de los 5 tipos de cruce mencionados en la Tabla 3-1(2), pueden haber puentes sobre el mar, pero debido a que esto no es muy frecuente, se ha decidido incluir éstos casos dentro de la clasificación "Otros".

4. Inspección periódica

En esta sección se hace una descripción del método de inspección periódica y las precauciones que deben tomarse en cuenta durante su ejecución.

4-1 Método de la inspección periódica

Se conoce como "inspección periódica" a las inspecciones que se realizan cada determinado período de tiempo, y está comprendido por el estudio de los siguientes tres ítemes.

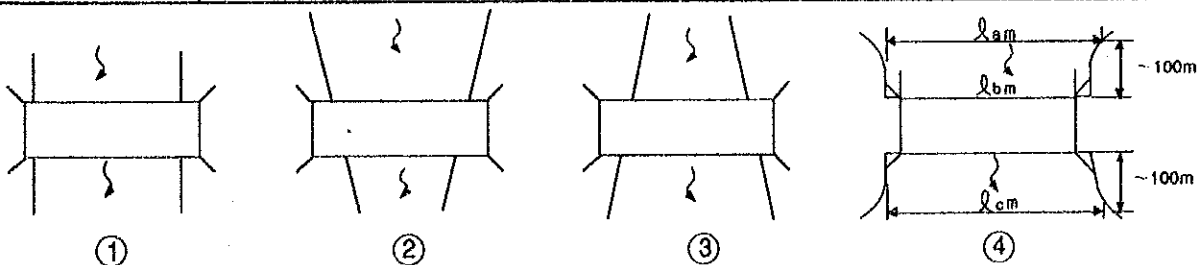
1. Inspección visual de los daños
2. Medición de las dimensiones del puente
3. Toma de fotografías

4-1-1 Inspección visual de los daños

La inspección periódica consiste en la inspección de los daños en forma visual utilizando instrumentos corrientes tales como binoculares, calibres de grietas y fisuras, etc. En la Tabla 4-1 se muestra la planilla u hoja de inspección que se utiliza para las inspecciones periódicas. Las inspecciones deben efectuarse identificando en lo posible todos los daños dentro de los ítemes considerados en ésta hoja de inspección; sin embargo, en caso que se registren deformaciones u otros problemas peculiares, éstos deben registrarse como "comentarios especiales". En el capítulo 5 se detallan los principios de evaluación de las inspecciones.

Tabla 4-1 : Hoja de inspección

CODIGO DEL PUENTE	NOMBRE	NOMBRE DEL CRUCE	NOMBRE DEL RIO				
Lugar de Inspección:		Nombre del inspector:		Pagina No.		dc	
PAVIMENTO	ITEM	1 ALABEO	2 ENSURCADO O CARRILES	3 FISURAMIENTO	4 ASENTAMIENTO	5 OTROS	
	GRADO O CANTID						
BARANDAS	ITEM	1 DEFORMACION	2 OXIDAMIENTO	3 CORROSION	4 FISURAMIENTO	5 ARMADURA AL AIRE	6 OTROS
	GRADO O CANTID						
JUNTAS DE EXPANSION	ITEM	1 SOHIDOS EXTRAÑOS	2 FILTRACION DE AGUAS	3 DEFORMACION	4 MOVIMIENTOS VERTICALES	5 JUNTAS OBSTRUIDAS	6 OTROS
	GRADO O CANTID						
LOSA	ITEM	1 FISURAS EN UNA DIRECCION	2 FISURAMIENTO EN RED	3 DESCASCA. RAMIENTO	4 ARMADURA AL AIRE	5 NIDOS DE PIEDRAS	6 EFLORES. CENCIAS
	GRADO O CANTID						
RIOSTRAS (PTES. DE ACERO)	ITEM	1 OXIDAMIENTO	2 CORROSION	3 DEFORMACION	4 ROTURA DE LAS UNIONES	5 ROTURA DE ARRIOSTRAMIENTOS	6 OTROS
	GRADO O CANTID						
VIGAPRINCIPAL DE ACERO (EN CHERCHAS)	ITEM	1 OXIDAMIENTO	2 CORROSION	3 DEFORMACION	4 PERDIDA DE PERNOS	5 FISURAS EN SOLDADURAS	6 OTROS
	GRADO O CANTID						
RIOSTRAS (PTES. CONCRETO)	ITEM	1 FISURAS EN UNA DIRECCION	2 FISURAMIENTO EN RED	3 DESCASCA. RAMIENTO	4 ARMADURA AL AIRE	5 NIDOS DE PIEDRAS	6 EFLORES. CENCIAS
	GRADO O CANTID						
VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO	ITEM	1 FISURAS EN UNA DIRECCION	2 FISURAMIENTO EN RED	3 DESCASCA. RAMIENTO	4 ARMADURA AL AIRE	5 NIDOS DE PIEDRAS	6 EFLORES. CENCIAS
	GRADO O CANTID						
APOYOS	ITEM	1 ROTURA DEL APOYO	2 ROTURA DE ACCESORIOS	3 SALIDA DE ANLAJES	4 ROTURA DEL DISCO	5 DEFORMACIONES RARAS	6 OTROS
	GRADO O CANTID						
ESTRIBOS	ITEM	1 GRIETAS O DESCASCARAM	2 FISURAS A PARTIR APOYO	3 ROTURA DEL PARAPETO	4 INCLINACIONES	5 SOCAVACIONES	6 OTROS
	GRADO O CANTID						
CEPAS	ITEM	1 GRIETAS O DESCASCARAM	2 FISURAS A PARTIR APOYO	3 DEFORM.DE CANTILEVER	4 INCLINACIONES	5 SOCAVACIONES	6 OTROS
	GRADO O CANTID						
PINTURA	ITEM	1 DECOLORACION	2 OXIDAMIENTO	3 AMPOLLAMIENTO	4 DESCASCARAM.	5 OTROS	
	GRADO O CANTID						
ARTICULACIONES DE VIGAS GERBER	ITEM	1 FISURAS EN UNA DIRECCION	2 FISURAMIENTO EN RED	3 AGRIETAMIENTO	4 ARMADURA AL AIRE	5 NIDOS DE PIEDRAS	6 EFLORES. CENCIAS
	GRADO O CANTID						
OTROS	ITEM	1 DERRUMBE TALUD,ESTRIBO	2 DAÑOS POR IMPACTO ROCAS	3 DAÑOS EN CABO VIGAS	4 SE EFECTUO REPARACION?	5 OTROS	
	GRADO O CANTID						
COMENTARIOS ESPECIALES	1 EXISTIERON DESBORDAMIENTOS a. SI b. NO c. NO SE SABE			2. EXISTEN EMPRESTITOS DE MATERIAL a SI b. NO			



4-1-2 Medición de las dimensiones del puente

Las dimensiones del puente constituyen una información muy importante para el cálculo de los costos de reparación, determinación de la magnitud y los métodos de éstos, etc. Lamentablemente, en los archivos del Departamento de Puentes, no existen los planos originales de una gran mayoría de los puentes (especialmente de los viejos), y en muchos casos, a pesar de haberlos, éstos no fueron de gran utilidad. Existen muchos casos en los que hubieron reparaciones posteriores que no fueron registradas, y será necesario incluir estos datos en los planos.

Los puntos a ser medidos o las dimensiones necesarias para la administración del mantenimiento de puentes no son muchas, inclusive en el caso de puentes con una longitud de más de 200m, la medición de las dimensiones básicas pueden hacerse en 1 hora aproximadamente. Por lo que es recomendable hacer las mediciones aunque hubieran planos, pues en éstos casos servirán para hacer comparaciones.

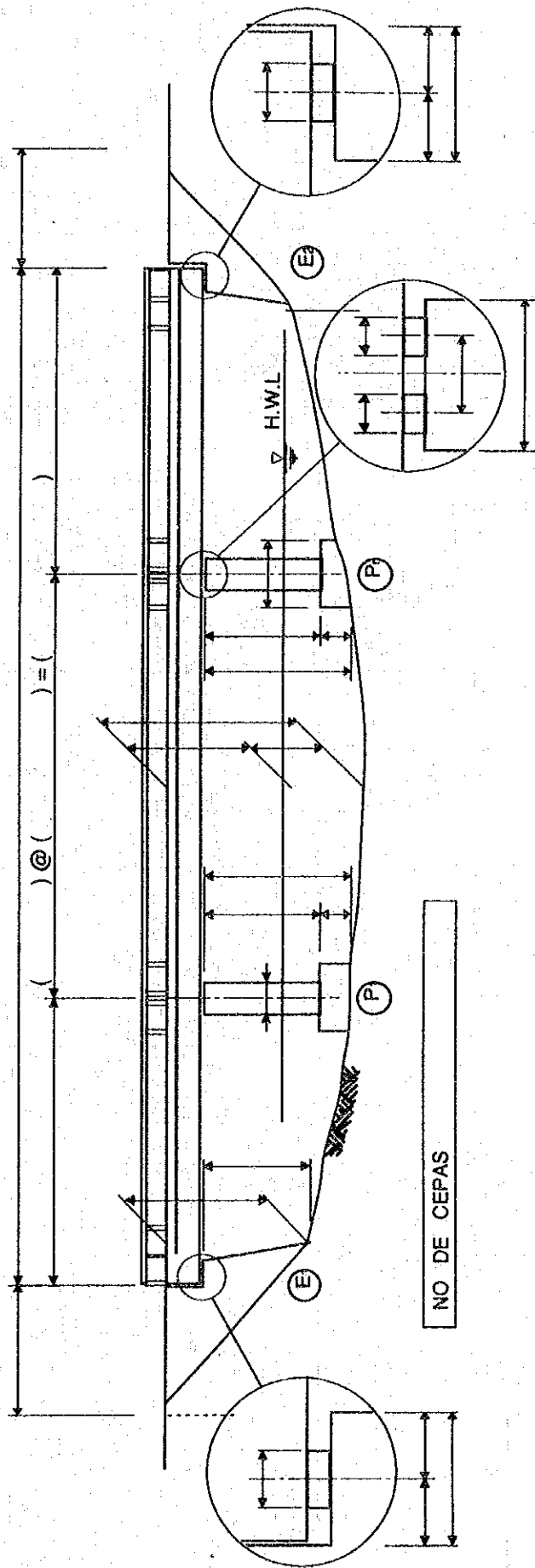
La Figura 4-1 contiene las dimensiones básicas a tomarse en cuenta en las mediciones. El objetivo de este formato de medidas es normalizar una secuencia de mensuramiento, sirviendo también de referencia para no olvidar la medición de algunas dimensiones en el terreno, lo cual suele suceder cuando no se sigue una metodología adecuada. En algunos casos, no se cuenta con todas éstas medidas; en éstos casos deberá completarse en lo posible toda la planilla de mensuramiento.

4-1-3 Toma de fotografías

Las fotografías constituyen una importante información desde el punto de vista de la administración de mantenimiento. Al respecto pueden hacerse los siguientes comentarios: no existe ningún inconveniente en considerar que a partir de las mediciones básicas y las fotografías se puedan verificar las dimensiones de un puente; además, puesto que un personal experto en puentes podría evaluar el estado y las deformaciones a partir de fotografías, es conveniente tener a mano todas las que sean posibles de cada puente; por último cabe señalar que si las fotografías no hubieran sido tomadas sistemáticamente, éstas pierden toda utilidad práctica.

La Figura 4-2 muestra la secuencia y los puntos (incluyendo el ángulo) que básicamente deberán ser fotografiados.

ELEVACION



NOTA

Figura 4-1 (1) : Hoja de mediciones

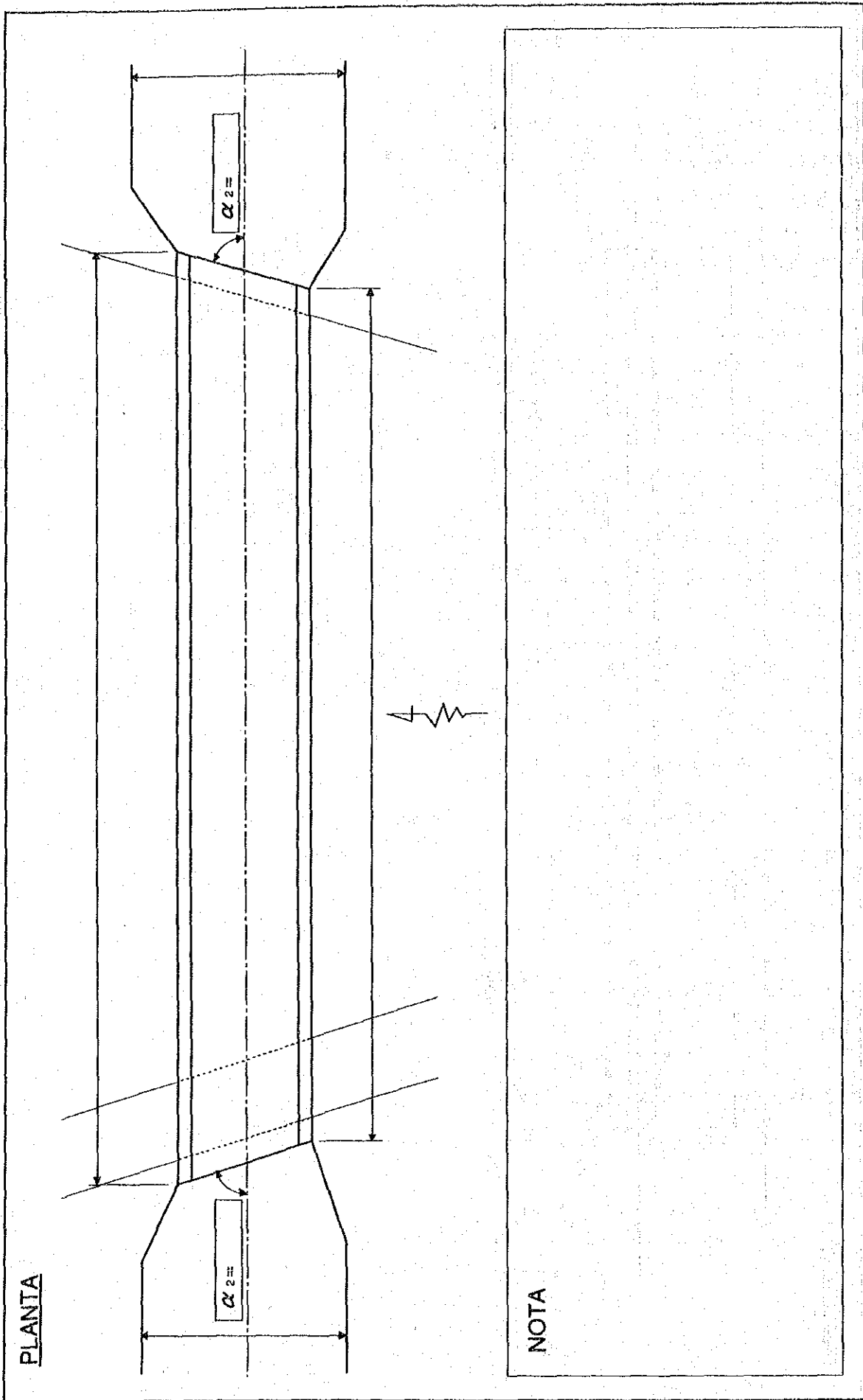
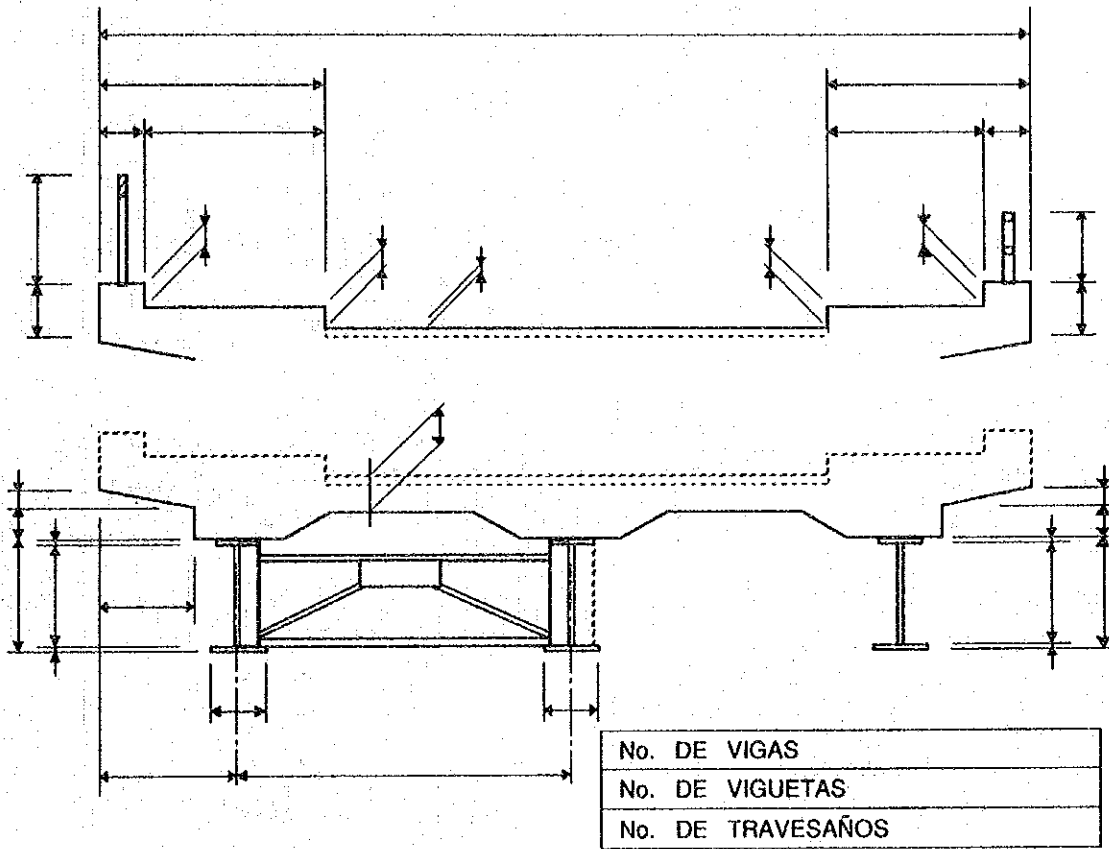


Figura 4-1 (2) : Hoja de mediciones

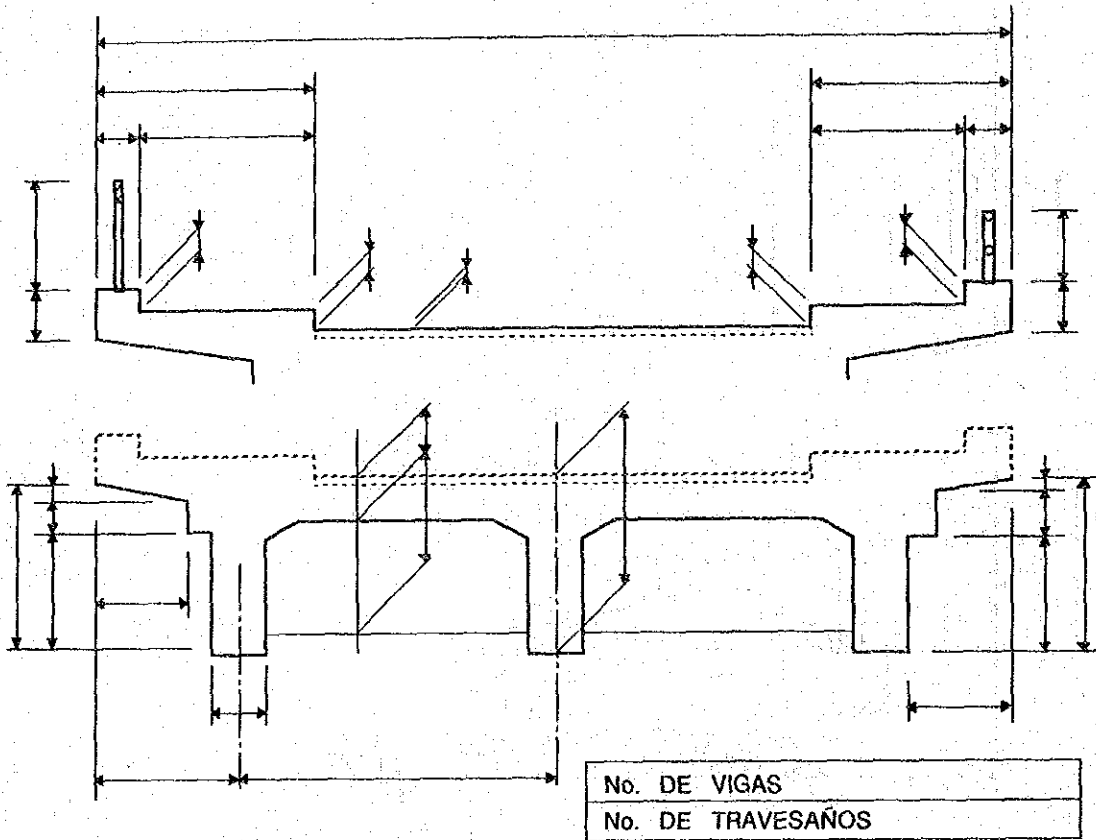
SECTION TRANSVERSAL - PUENTE METALICO



NOTA

Figura 4-1 (3) : Hoja de mediciones

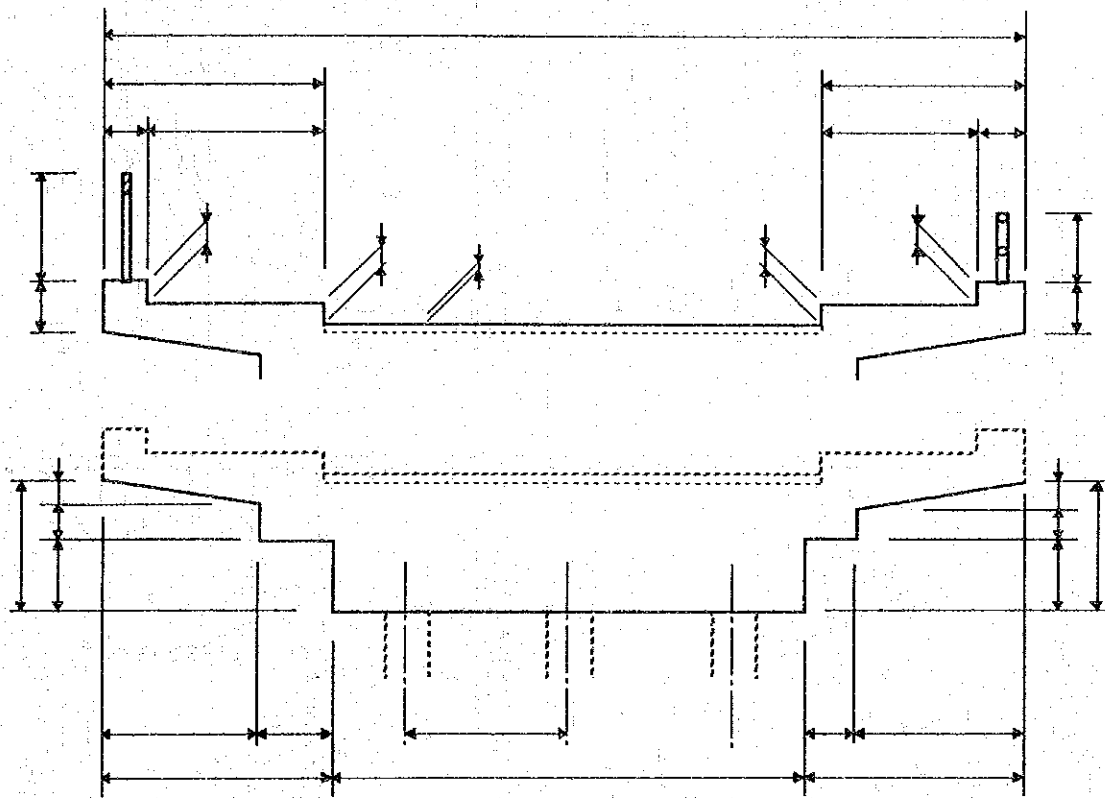
SECTION TRANSVERSAL - PUENTE DE HORMIGON



NOTA

Figura 4-1 (4) : Hoja de mediciones

SECTION TRANSVERSAL - PUENTE LOSA



NOTA

Figura 4-1 (5) : Hoja de mediciones

INDICE FOTOGRAFICO

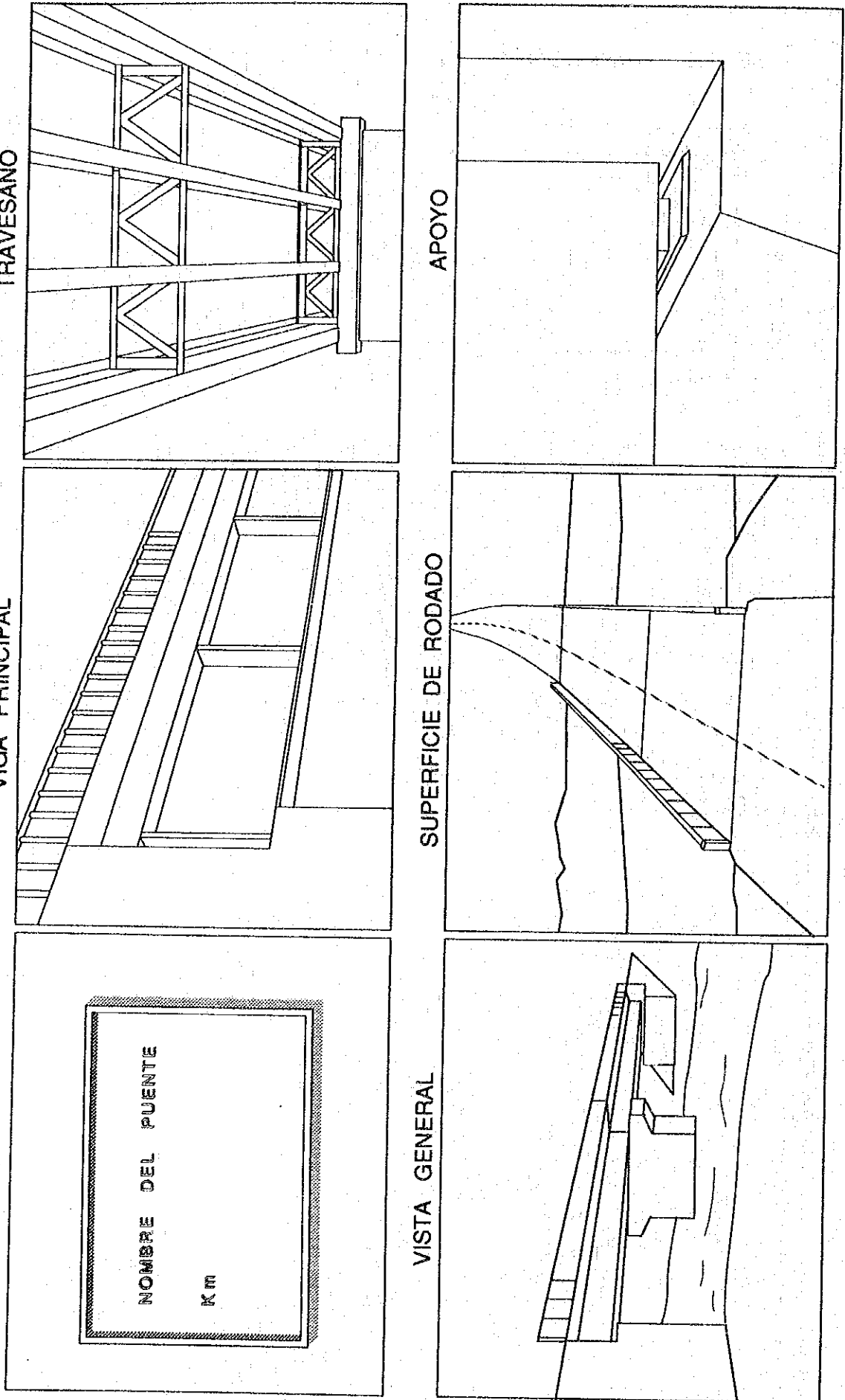


Figura 4-2 (1) : Fotografías básicas

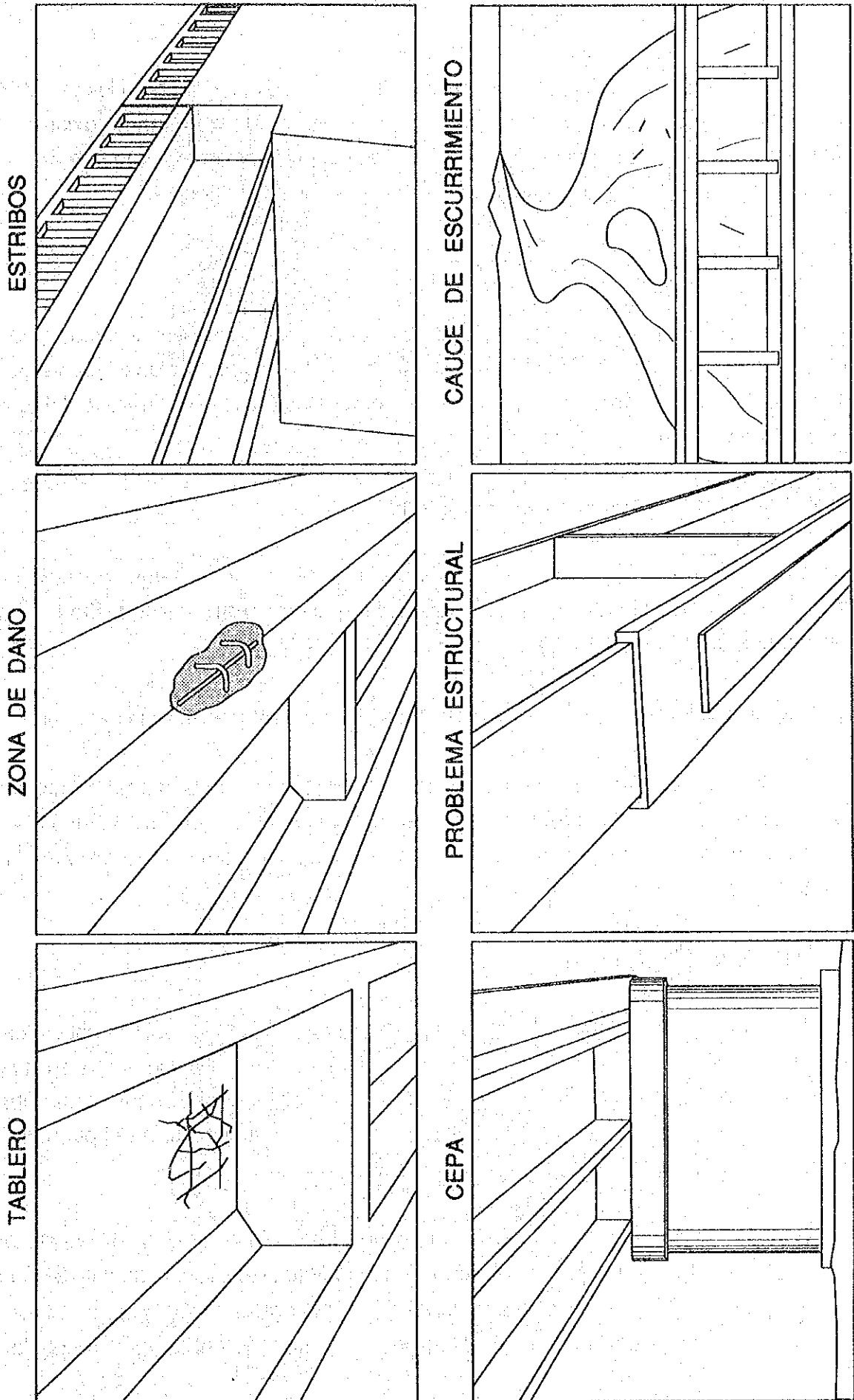


Figura 4-2 (2) : Fotografías básicas

4-2 Precauciones en la Inspección

Existen características propias para los distintos tipos de daños de los puentes. La Tabla 4-1 describe los puntos básicos a inspeccionar para determinar la existencia de daños; sin embargo, en esta sección se analizan las precauciones a tomarse en cuenta para determinar los problemas o daños no descritos en esta Tabla.

4-2-1 Capacidad de carga del puente

En muchos puentes, especialmente en el caso de los puentes viejos y los de madera, existen limitaciones de carga máxima para regular el paso de vehículos pesados. Este límite aparece indicado mediante carteles antes de la entrada del puente. Deberá tomarse nota y fotografías de esto.

4-2-2 Inspección visual del estado del cauce del río

El flujo del río y el estado del lecho son parámetros muy importantes desde el punto de vista del mantenimiento de puentes. Es necesario tomar fotografías y hacer comentarios de los siguientes factores.

(1) Lugares donde se produjeron inundaciones o desbordes del río

Muchas veces es posible estimar el nivel de aguas máximas del río de acuerdo a las huellas o rastros en los árboles a los largo del cauce, en el muro del estribo o en las cepas del puente. También es necesario hacer encuestas a la gente del lugar y confirmar si el río ha desbordado alguna vez.

(2) Estado del lecho del río

Generalmente el cauce de los ríos de Chile cambia con el tiempo. Por esta razón es necesario verificar el grado en que éste ha cambiado desde el momento en que se construyó el puente hasta la fecha de inspección. Es necesario además, comprobar si los cambios en el cauce podrían ocasionar problemas de seguridad en el puente. Para este efecto es conveniente analizar los siguientes puntos.

- 1) Una de las causas más determinantes en el cambio del cauce de un río es la extracción de arena o grava del lecho. Para verificar la existencia de este fenómeno debe efectuarse una inspección visual del lecho aguas arriba y aguas abajo del puente; además deben tomarse fotografías y registrar comentarios al respecto.



Figura 4-3

- 2) Normalmente, el sentido del eje transversal de las cepas debe coincidir con el sentido del flujo fluvial (Figura 4-4). Si las aguas del río golpearan contra las cepas en un cauce diagonal (Figura 4-5) deberá tomarse fotografías y registrar comentarios al respecto.

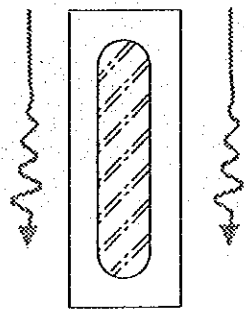


Figura 4-4

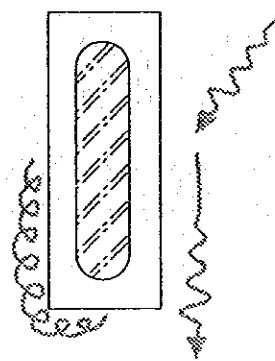


Figura 4-5

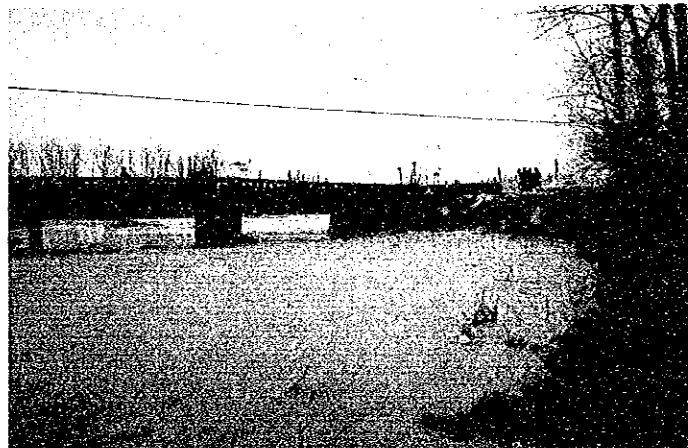


Figura 4-6

- 3) Debe analizarse el estado de los encauces en las riberas cercanas al puente, estado de los protectores de encauce del río.
- 4) Análisis de materiales que componen el lecho, o sea rocas, grava, arena y otros.

(3) Ancho del río y longitud del puente

En la mayoría de los ríos de Chile no se ha implementado aún el "Mantenimiento de Ríos", por lo que resulta difícil establecer cual es el ancho real del cauce. Por otra parte, se verificó que en general la longitud de los puentes es mucho menor que el ancho del río, esto origina muy pocos problemas en el caso de ríos profundos, y si se elige la parte más angosta del río para el tendido del puente; sin embargo, se pudo observar que en la mayoría de los puentes, los accesos se extienden por encima del río, haciendo que el puente en sí sea más corto que el ancho del río (ver Figura 4-7). En las inspecciones, debe registrarse la relación "ancho del cauce •vs• longitud del puente". Al respecto, cabe señalar que se considera comparativamente admisible si esta relación es tal que el ancho del cauce es aproximadamente igual a 1.5 o 2 veces la longitud del puente.

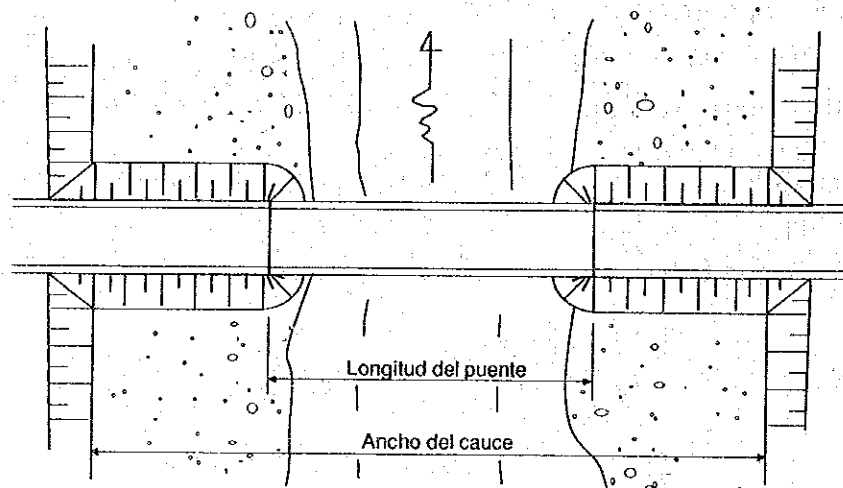


Figura 4-7

4-2-3 Estado del cruce del puente

Los ríos son uno de los cruces que necesariamente requieren de un puente, además de éstos, también se tienen los casos de cruces a desnivel con ferrovías, autopistas, etc. Es necesario confirmar que la altura encima del puente y la altura debajo (galibo) del puente cumplan con las normas de diseño de cruces.

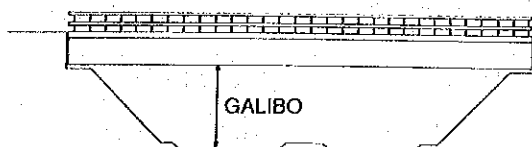


Figura 4-8



Figura 4-9

4-2-4 Deformaciones y desplazamientos

Los puentes están diseñados para que se extiendan en línea recta o tengan una curva geométrica uniforme. En muchos casos el estado de deformación o la curvatura se puede apreciar a partir de la línea del barandado o de la viga. Las deformaciones y desplazamientos deben ser examinadas mediante una inspección visual y el resultado debe ser registrado en el ítem de comentarios.



Figura 4-10

4-2-5 Accesos

En el inciso 3-8 se define como accesos a "la porción de camino que vincula al puente con el camino principal". Al respecto se pueden adicionar los siguientes comentarios.

Los accesos del puente no forman parte del puente mismo, pero influyen mucho en sus condiciones. Si los accesos no conectaran suave y uniformemente al camino con el puente, no solo afectarían a los vehículos sino que también influirían en el deterioramiento general del puente. Por esta razón es imprescindible examinarlos, sobre todo el estado del terraplén o relleno anterior a los estribos.

La mayoría de los puentes en Chile utilizan estribos tipo muro con terraplenes que se sostienen en él, y se pudo observar que generalmente el talud de éstos terraplenes ha cedido ocasionando asentamientos en los accesos.

Por otra parte es importante verificar la línea o trazado del camino. Para este efecto se deben verificar tanto el trazado vertical del camino como el horizontal. Por ejemplo en la Figura 4-11 se puede examinar el trazado vertical de los accesos (se puede verificar las pendientes de los accesos), y en la Figura 4-12 se puede examinar el trazado horizontal (se puede verificar el radio de curvatura horizontal del puente). Al respecto se puede comentar que si el radio fuera muy pequeño, los vehículos podrían no seguir la curva y podrían salir del camino destrozando el barandado (ver Figuras 4-13 y 4-14). En el caso de este puente, la línea longitudinal descendía hacia el puente.

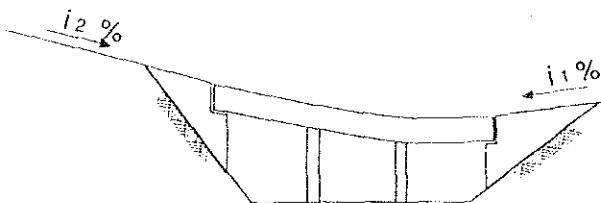


Figura 4-11

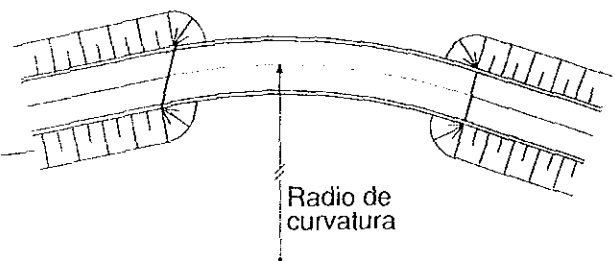


Figura 4-12

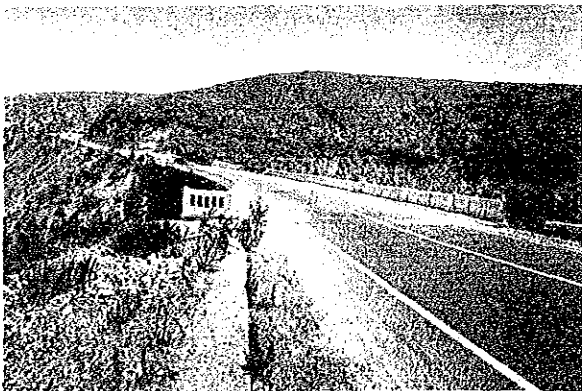


Figura 4-13

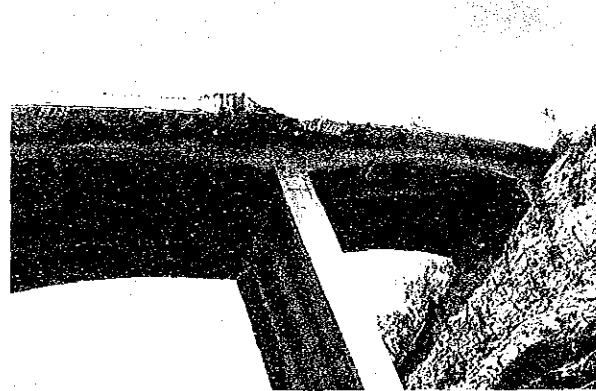


Figura 4-14

4-2-6 Puntos de inspección más importantes en cada parte del puente

Un puente está sometido constantemente a grandes solicitaciones de carga, y los daños ocasionados por este efecto se originan en determinados puntos específicos. Además, éstos son de diferentes características dependiendo del lugar en que se presenten. A continuación se presentan los tipos de daños más comunes y más importantes para la seguridad del tránsito, etc. y los puntos que deberán inspeccionarse sin falta, según el tipo de estructura.

(1) Hormigón armado

El ítem de inspección más importante para el caso de estructuras de hormigón armado es el de fisuramiento. Sin embargo, puesto que el diseño de puentes de hormigón armado presupone la existencia de cierto grado de fisuramiento, no se puede juzgar que todas las fisuras sean peligrosas. Al respecto, es necesario inspeccionar la cantidad, ancho y el lugar donde se han producido. Las fisuras podrían originarse por las siguientes causas.

1. El hormigón armado no contiene suficiente armadura de refuerzo como para sostener la carga del puente. (Error en el contenido de hierro óptimo utilizado)
2. No se han puesto las barras de hierro en el lugar que corresponde
3. El puente soporta una carga mayor que la prevista en el diseño
4. La acción de cargas repetitivas originan fisuras debido al fenómeno de fatiga del hormigón
5. Deficiencias estructurales
6. Construcción deficiente

Para investigar la causa del problema, es necesario tener un dominio experto del diseño de estructuras, contar con planos que indiquen la posición de las barras, instrumentos tales como medidores para ubicar las barras de hierro, etc. Este capítulo describe la inspección visual dentro de la inspección periódica del puente, por lo tanto, no se describirán en detalle estos métodos de inspección. La inspección periódica debe basarse en la inspección visual y la determinación de los fenómenos que se puedan descubrir mediante ésta. No es recomendable realizar un análisis a fondo para determinar las causas. A continuación se indicarán los puntos principales donde se deben hacer las inspecciones de acuerdo al tipo de material.

1) Losas

La losa, generalmente de hormigón, es el elemento estructural que recibe directamente el efecto de las cargas provenientes del tránsito vehicular, y en realidad es la parte del puente más afectada por la acción del medio ambiente, por esto es

imprescindible examinar minuciosamente su estado de fisuramiento, y especialmente verificar si las fisuras atraviesan la losa hasta la superficie superior. Al respecto, debido a que normalmente la superficie de la losa está cubierta por el pavimento, es muy difícil comprobar si la fisura la ha atravesado o no; por lo tanto, es recomendable examinar desde la parte inferior y verificar la existencia de manchas blancas en las fisuras, pues éstas son buenos indicadores de que la fisura ha atravesado hasta la parte superior de la losa. Éstas manchas son resultado del fenómeno denominado como "eflorescencia", que se origina debido al agua que se filtra desde la superficie y disuelve la cal contenida en el mortero de cemento, produciendo así los sedimentos blancos que aparecen alrededor de la fisura. Finalmente debe considerarse que si la fisura ha atravesado la losa, también habrá alcanzado a las barras de hierro y ocasionara que ésta se oxide.

2) Vigas principales, riostras y travesaños de hormigón armado

Es muy difícil que las vigas principales, riostras o travesaños construidos en condiciones óptimas puedan sufrir daños que afecten a la seguridad del tránsito, pero en el caso de las vigas Gerber, las articulaciones o apoyos son puntos débiles en los que daños como fisuras pueden afectar a esa seguridad. Especialmente debe tomarse precauciones para la parte que se muestra en las Figuras 4-15 y 4-16. Es la parte de bisagra en la que se produce la máxima tensión y donde existe el peligro de producirse fisuras.

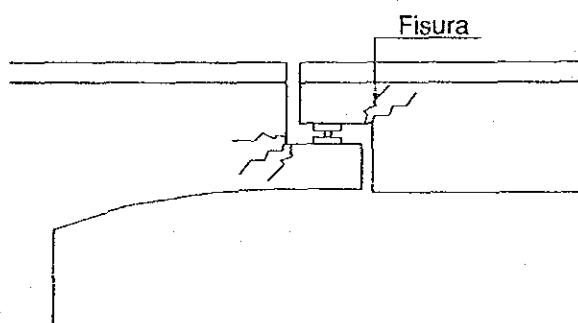


Figura 4-15

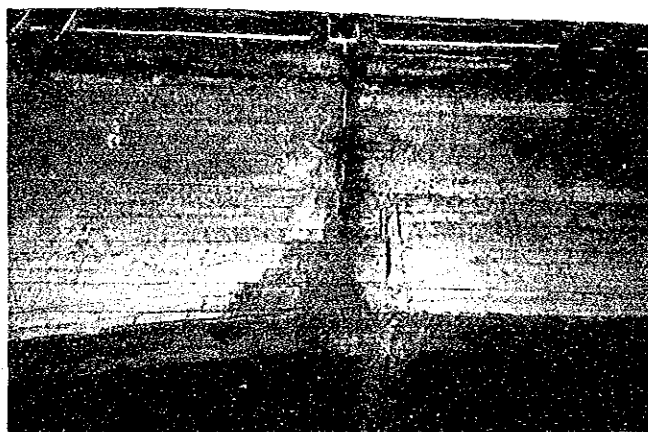


Figura 4-16

3) Vigas principales, riostras y travesaños de acero

La gran mayoría de los puentes de acero en Chile han sido armados y soldados "in situ". La soldadura in situ genera tensiones internas debido al calor que se utiliza el momento de aplicar la soldadura y además ésta suele no quedar completa, por lo que éste no es el mejor método para construir un puente.

Por otra parte si se utilizan refuerzos en las platabandas incrementando la sección en forma abrupta, como se muestra en la fotografía, se puede ocasionar la concentración de tensiones en este punto de transición. Especialmente no se puede ignorar el efecto de concentración de tensiones debido a cargas repetitivas, pues éstas originan el fenómeno