

**DIAGNÓSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES  
DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE – HIGUERONES,  
DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**MARIA MONICA GOMEZ SALAS  
JUAN CARLOS MUÑOZ MUÑOZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE CARRETERAS  
SAN JUAN DE PASTO  
2008**

**DIAGNÓSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES  
DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE – HIGUERONES,  
DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**MARIA MONICA GOMEZ SALAS  
JUAN CARLOS MUÑOZ MUÑOZ**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OPTAR AL TITULO DE ESPECIALISTA EN INGENIERÍA DE CARRETERAS**

**ASESOR  
JUAN CARLOS QUIROZ VILLOTA  
INGENIERO CIVIL  
ESPECIALISTA EN VIAS TERRESTRES**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE CARRETERAS  
SAN JUAN DE PASTO  
2008**

**NOTA DE ACEPTACION**

---

---

---

**FIRMA PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**FIRMA JURADO**

---

**FIRMA JURADO**

**San Juan de Pasto, 4 de Noviembre del 2008**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las conclusiones y recomendaciones de este trabajo de grado son de responsabilidad exclusiva de los autores

Artículo 1° acuerdo 321 de 1966 emanado del consejo directivo de la Universidad de Nariño.

## DEDICATORIA

A Dios

A mi padre

A mi madre y hermanos

A mi amado esposo por su gran apoyo y valioso aporte para llevar a cabo este trabajo de grado.

María Mónica Gómez Salas

Han sido muchos los retos que he tenido que afrontar durante toda mi vida, pero la verdad es que ninguno de mis anhelos sería una valiosa realidad sin la ayuda de seres que son muy importantes en mi vida; por eso este trabajo se lo dedico principalmente a:

Dios, amigo fiel que esta siempre a mi lado, concediéndome fortaleza y sabiduría para afrontar nuevos retos.

Beatriz mi esposa por brindarme su amor comprensión y apoyo incondicional en el comienzo y finalización de esta etapa de mi vida

A mis familiares y amigos por el respaldo que me ofrecieron en el transcurso de esta especialización.

Juan Carlos Muñoz Muñoz

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos.

Al ingeniero JUAN CARLOS QUIROZ VILLOTA, quien con su apoyo, preocupación, e interés en el desarrollo de la misma, asesoro este proyecto.

Al ingeniero ARNOLD PALACIOS, quien con su colaboración se pudo dilucidar aspectos históricos importantes que se han extraviado con el tiempo.

A nuestros jurados RICHARD MAURICIO RINCON JURADO Y ARMANDO MUÑOZ DAVID por la atención prestada a nuestro trabajo.

Y a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de este proyecto.

## **RESUMEN**

LA CONSTRUCCIÓN Y LA CAPACIDAD PARA CONSTRUIR COSAS, ES UNA DE LAS MÁS ANTIGUAS HABILIDADES DEL SER HUMANO, FUE UNO DE LOS TALENTOS QUE DIFERENCIO AL HOMO SAPIENS DE OTRAS ESPECIES, LA HISTORIA DE LOS PUEBLOS HA ATRAVESADO INNUMERABLES SITUACIONES PARA LLEGAR AL MOMENTO ACTUAL, LA REALIDAD Y LAS NECESIDADES DE LAS GRANDES CIUDADES ERAN MUY DISTINTAS AL PRESENTE.

CON EL FIN DE SATISFACER LAS NECESIDADES DE LA SOCIEDAD, LOS INGENIEROS CIVILES HAN IDO DESARROLLANDO ESTA PROFESIÓN EN PROCURA DE ATENDER DIFERENTES CÁNONES QUE EL DESEMPEÑO DE ESTA PROFESIÓN EXIGE.

DENTRO DE ESTOS PRINCIPIOS BÁSICOS QUE HAN GENERADO LA INQUIETUD DE TRABAJAR EN LA AUSCULTACIÓN DE PUENTES, ESTA LA SEGURIDAD, LA SALUD Y EL BIENESTAR PÚBLICO, COMO COMPROMISO PARA EL INCREMENTO DE LA CALIDAD DE VIDA.

EN ESTE TRABAJO PODEMOS ENCONTRAR UN PROCEDIMIENTO ADECUADO PARA LA AUSCULTACIÓN DE PUENTES EN VÍAS TERCARIAS, MÁS ESPECÍFICAMENTE LOS QUE SE ENCUENTRAN EN LA VÍA EL EMPATE – HIGUERONES, LOGRÁNDOSE EFECTUAR UN DIAGNÓSTICO Y SU POSTERIOR SOLUCIÓN.

ES IMPORTANTE DESTACAR QUE EL PROCEDIMIENTO EFECTUADO ES PRELIMINAR, BASADO EN UNA BUENA OBSERVACIÓN

## **ABSTRACT**

THE CONSTRUCTION AND THE ABILITY TO BUILD THINGS IS ONE OF THE OLDEST SKILLS OF THE HUMAN BEING; HE WAS ONE OF THE TALENTS THAT DISTINGUISHED THE HOMO SAPIENS OF OTHER SPECIES. THE HISTORY OF THE PEOPLES HAS GONE THROUGH COUNTLESS SITUATIONS TO GET TO THE PRESENT MOMENT: THE REALITY AND THE NEEDS OF LARGE CITIES WERE VERY DIFFERENT TO THE PRESENT.

IN ORDER TO SATISFY THE NEEDS OF SOCIETY, THE CIVIL ENGINEERS HAVE DEVELOPED THIS PROFESSION IN AN ATTEMPT TO MEET DIFFERENT FEES THAT THE PERFORMANCE OF THIS PROFESSION DEMAND.

IN THIS WORK, YOU CAN FIND AN APPROPRIATE PROCEDURE FOR THE INSPECTION OF BRIDGES IN THE TERTIARY WAYS, MORE SPECIFICALLY THOSE WHO ARE IN THE WAY EL EMPATE - HIGUERONES, ACHIEVING MAKE A DIAGNOSIS AND LATER SOLUTION.

IT IS IMPORTANT TO NOTE THAT THE PROCEDURE MADE IS PRELIMINARY, BASED ON A GOOD COMMENT



## CONTENIDO

	Pag
INTRODUCCION .....	19
1. ELEMENTOS DE IDENTIFICACION .....	20
1.1. TITULO .....	20
1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA .....	20
1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA .....	21
1.4. OBJETIVOS .....	21
1.4.1. Objetivo General .....	21
1.4.2. Objetivos Específicos: .....	21
1.5. JUSTIFICACION .....	22
1.6. ALCANCE .....	22
2. MARCO REFERENCIAL .....	23
2.1. ANTECEDENTES .....	23
2.2. RESEÑA HISTORICA .....	24
2.3. MARCO LEGAL .....	27
2.4. MARCO CONCEPTUAL .....	28
2.5. FORMULACION DE LA HIPÓTESIS .....	28
2.6. MARCO TEORICO .....	28
2.6.1. Definición De Puente .....	28
2.6.2. Algunas Clasificaciones .....	29
2.6.3. Características geométricas .....	29
2.6.3.1. Espaciamiento entre pilas, orientación y tipo .....	29
2.6.3.2. Ancho de calzadas y banquetas .....	30
2.6.3.3. Gálibos .....	30
2.6.3.4. Bordillos .....	30
2.6.3.5. Drenaje de la calzada .....	31
2.6.3.6. Sobreelevación .....	31
2.6.3.7. Revestimiento del piso de puentes .....	31
2.6.4. Definición de Inspección .....	31
2.6.5. Inspección de puentes .....	32
2.6.5.1. Tipos de inspección .....	33
2.6.5.1.1. Inspección preliminar .....	33
2.6.5.1.2. Inspección Principal .....	34
2.6.5.1.3. Inspección Especial .....	34
2.6.5.2. Medios y requisitos para llevar a cabo una inspección .....	35
2.6.5.2.1. Medios humanos .....	35
2.6.5.2.2. Medios materiales .....	36
2.6.5.3. Equipo de Inspección .....	37
2.6.5.3.1. Equipo en general .....	37
2.6.5.3.2. Equipo para señalamiento .....	38
2.6.5.3.3. Equipo para nivelación .....	38

2.6.5.4.	Procedimientos de Inspección .....	38
2.6.5.5.	Elementos a inspeccionar.....	40
2.6.5.5.1.	Cimentación .....	40
2.6.5.5.2.	Subestructura.....	40
2.6.5.5.3.	Superestructura .....	41
2.6.5.5.4.	Equipamiento .....	41
2.6.5.6.	Entrega de Reportes.....	42
2.6.5.6.1.	Reporte Fotográfico .....	44
2.6.5.6.2.	Reporte De Fallas .....	45
2.6.5.7.	Dictamen de la inspeccion .....	46
2.6.5.8.	Soluciones y acciones a emprender .....	47
2.6.5.8.1.	Mantenimiento .....	48
2.6.5.8.2.	Reparaciones.....	49
2.6.5.8.3.	Reforzamientos.....	50
2.6.5.8.4.	Substitución .....	51
3.	DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE – HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO .....	52
3.1.	DIAGNOSTICO DE LAS ESTRUCTURAS AUSCULTADAS .....	52
3.2.	INFORMES DE INSPECCIÓN PRELIMINAR DE LOS PUENTES DEL NORTE, SECTOR EL EMPATE - HIGUERONES .....	69
3.3.	DIAGNOSTICO Y SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS ..	69
3.4.	DESCRIPCIÓN DE LAS REPARACIONES A EFECTUAR .....	71
3.5.	PRESUPUESTOS DE OBRAS A EFECTUAR .....	73
4.	CONCLUSIONES .....	88
5.	RECOMENDACIONES.....	90
	BIBLIOGRAFIA.....	91
	ANEXOS.....	92

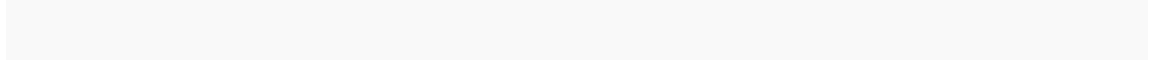
## LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Formato de inspección preliminar .....	44
Tabla 3: Presupuesto puente El Atillo .....	74
Tabla 5: Presupuesto puente Hueco Hondo – Estructura en concreto reforzado .....	76
Tabla 6: Presupuesto puente Hueco Hondo – Estructura metálica .....	77
Tabla 9. Presupuesto puente La Vega – Estructura metálica.....	80
Tabla 10. Presupuesto puente Petacas .....	81
Tabla 11. Presupuesto puente Jalisco .....	82
Tabla 12. Presupuesto puente La Valvanera – Estructura en concreto reforzado .....	83
Tabla 13. Presupuesto puente La Valvanera – Estructura metálica .....	84
Tabla 14. Presupuesto puente La Cabaña.....	85
Tabla 15. Presupuesto puente La Chorrera – Estructura en concreto reforzado.....	86
Tabla 16. Presupuesto puente La Chorrera – Estructura metálica .....	86
Tabla 17. Resumen final del estado actual de los puentes e inversión a realizar .....	87

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Localización de la vía objeto del presente estudio.....	27
Figura 2. Registro fotográfico puente El Quiña .....	53
Figura 3. Registro fotográfico puente El Quiña .....	53
Figura 4. Registro fotográfico puente El Quiña .....	54
Figura 5. Registro fotográfico puente El Atillo .....	55
Figura 6. Registro fotográfico puente El Atillo .....	56
Figura 7. Registro fotográfico puente El Atillo .....	56
Figura 8. Registro fotográfico puente El Balso .....	57
Figura 9. Registro fotográfico puente El Balso .....	58
Figura 10. Registro fotográfico puente Hueco Hondo .....	59
Figura 11. Registro fotográfico puente Providencia .....	60
Figura 12. Registro fotográfico puente Cueva Vieja.....	61
Figura 13. Registro fotográfico puente Cueva Vieja.....	61
Figura 14. Registro fotográfico puente La Vega.....	62
Figura 15. Registro fotográfico puente Petacas .....	63
Figura 16. Registro fotográfico puente Jalisco .....	64
Figura 17. Registro fotográfico puente Jalisco .....	65
Figura 18. Registro fotográfico puente La Valvanera.....	66
Figura 19. Registro fotográfico puente La Valvanera.....	66
Figura 20. Registro fotográfico puente La Cabaña .....	67
Figura 21. Registro fotográfico puente La Chorrera.....	68

Figura 22. Registro fotográfico puente La Chorrera.....69



## LISTA DE ANEXOS

	Pag.
Anexo A. Formato de inspección preliminar puente El Quiña .....	92
Anexo B. Formato de inspección preliminar puente El Atillo.....	94
Anexo C. Formato de inspección preliminar puente El Balso .....	96
Anexo D. Formato de inspección preliminar puente Hueco Hondo .....	98
Anexo E. Formato de inspección preliminar puente Providencia.....	100
Anexo F. Formato de inspección preliminar puente Cueva Vieja.....	102
Anexo G. Formato de inspección preliminar puente La Vega .....	104
Anexo H. Formato de inspección preliminar puente Petacas. ....	106
Anexo I. Formato de inspección preliminar puente Jalisco .....	108
Anexo J. Formato de inspección preliminar puente La Valvanera .....	110
Anexo K. Formato de inspección preliminar puente La Cabaña .....	112
Anexo L. Formato de inspección preliminar puente La Chorrera .....	114
Anexo M. Problemas que se presentan en los puentes y sus posibles causas .....	116
Anexo N. Procedimientos más usuales para solucionar los problemas más comunes .....	117
Anexo O. El Problema de la Corrosión .....	119
Anexo P. Acciones de reparación.....	122

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

**AGRIETAMIENTO:** zona que presenta varias grietas.

**ALCANTARILLA:** obra de drenaje de tipo transversal.

**ANCLAJE:** sistema que sirve para fijar.

**ARNÉS:** cinturón de seguridad para trabajos a un nivel alto.

**BINOCULARES:** lentes de largo alcance

**BRIGADA:** grupo de hombres que realizan trabajos de campo.

**CABALLETE:** conjunto de travesaños y columnas que los soportan.

**CALIDAD:** cualidad que deben cumplir los materiales y los trabajos.

**CANASTILLA:** sistema mecánico que soporta a 1 o 2 personas en una inspección.

**CARBONATACIÓN:** efecto que se observa en materiales con ácido carbónico.

**CARGA DE GRAN PESO O VOLUMEN:** carga cuyo peso adicionado al peso vehicular rebasa los límites establecidos para el peso vehicular del reglamento o carga cuyas dimensiones rebasan las máximas autorizadas, por lo que para su transportación requiere de vehículos y disposiciones especiales.

**CLARO:** espacio libre entre dos apoyos.

**COHESIÓN:** fuerza que une, adherencia.

**CONCRETO PRESFORZADO:** concreto que usa acero de presfuerzo.

**CONCRETO REFORZADO:** concreto que usa acero de refuerzo.

**CONTRACCIÓN:** es la pérdida de agua que sufre el concreto.

**CUNETETA:** pequeño canal longitudinal que se utiliza para drenar agua por los costados del camino.

**DESCONCHAMIENTO:** desprendimiento que sufren los agregados que conforman el concreto por el intemperismo o el mal colado.

**DESPLANTAR:** nivel donde se comienza a levantar o construir una cimentación

**DESPLOME:** hundimientos o desniveles que se presentan, pérdida de verticalidad de elementos.

**DETERIORO:** nivel de funcionalidad de un puente.

**DIAFRAGMA:** elemento rigidizante de traveses.

**DICTAMEN:** fallo sobre el estado físico de un puente.

**EFLORESCENCIAS:** transformación de ciertas sales que producen corrosión.

**ELONGACIÓN:** aumento en la longitud de un elemento.

**ESFUERZO:** acción enérgica de un cuerpo contra una acción.

**ESTRIBO:** elemento extremo auxiliar de los puentes para evitar derrumbes de la estructura.

**ESVIAJAMIENTO:** ángulo que forma el puente con la corriente que salva.

**FISURA:** fractura que se presenta por los esfuerzos.

**FISURACIÓN:** agrietamiento de espesores variables presentes en los elementos estructurales.

**FUNCIONALIDAD:** cualidad que debe cumplir un puente para proporcionar un buen servicio.

**GÁLIBO:** dimensión mínima ideal autorizada para permitir el paso de vehículos sin problemas.

**GRIETA:** abertura, fisura de más de 2 o 3 mm de espesor.

**GRIETOMETRO:** medidor de grietas.

**HORMIGUEROS:** huecos en las rocas, oquedades en el concreto.

**INFRAESTRUCTURA:** conjunto de obras que prestan un servicio a la comunidad.

**LARGUERO:** elemento de acero Longitudinal en un puente de acero estructural.

**LEVANTAMIENTO:** mediciones hechas en campo para poder determinar un plano ó croquis de los puentes.



**NERVADURA:** elemento soportante de un puente (viga), generalmente de concreto.

**ORTOTRÓPICO:** que esta constituido de un mismo material.

**PARAPETOS:** barandales de protección.

**PASARELA:** equipo para inspección.

**PESO BRUTO VEHICULAR:** suma del peso vehicular y el peso de la carga, en el caso de vehículos de carga; o suma del peso vehicular y el peso de los pasajeros, equipaje y paquetería en el caso de vehículos destinados al servicio de pasajeros.

**PESO VEHICULAR:** peso de un vehículo o combinación vehicular con accesorios, en condiciones de operación, sin carga.

**RASANTE:** proyección del eje de la corona de una carretera sobre un eje vertical.

**REHABILITACIÓN:** reconstrucción, reparación o lo necesario para mantener un puente en buenas condiciones.

**REMOLQUE:** vehículo con eje delantero y trasero no dotado de medios de propulsión y destinado a ser halado por un vehículo automotor, o acoplado a un semirremolque.

**SEMIRREMOLQUE:** vehículo sin eje delantero, destinado a ser acoplado a un tractocamión de manera que sea halado y parte de su peso sea soportado por éste.

**SOBREELEVACIÓN:** pendiente transversal descendente que se da a la corona hacia el centro de las curvas del alineamiento horizontal.

**SOCAVACIÓN:** material que se pierde de la cimentación de pilas o estribos.

**TABLERO:** losa de un puente.

**TIPOLOGÍA:** tipo de material.

**TRACTOCAMIÓN:** vehículo automotor destinado a soportar y jalar semirremolques y remolques.

**TRACTOCAMIÓN ARTICULADO:** vehículo destinado al transporte de carga, constituido por un tractocamión y un semirremolque, acoplados por mecanismos de articulación.

**TRACTOCAMIÓN DOBLEMENTE ARTICULADO:** vehículo destinado al transporte de carga, constituido por un tractocamión, un semirremolque y un remolque, acoplados por mecanismos de articulación.

**ZAMPEO:** mamposteo con piedras trituradas

## INTRODUCCION

Los puentes son tan antiguos como la civilización misma: desde el momento que alguien colocó el tronco de árbol para cruzar una zanja o un río empezó su historia. A lo largo de la misma ha habido realizaciones de todas las civilizaciones, pero los Romanos fueron los grandes ingenieros históricos, no habiéndose superado su técnica y realizaciones hasta los últimos dos siglos. Los puentes de Alcántara, Mérida, Córdoba o el Acueducto de Segovia son solamente algunas muestras de su arte e ingeniería que ha llegado hasta nuestros días.

La aparición de nuevos materiales de construcción, principalmente el acero, dio paso a un replanteamiento de la situación. La teoría de estructuras elaboró los modelos de cálculo para la comprobación de los diseños cada vez más atrevidos de los ingenieros, como arcos y armaduras para salvar grandes claros.

El ferrocarril, como nuevo medio de transporte y como uno de los pilares fundamentales del mundo moderno, vino a acelerar todavía más el desarrollo de los puentes cada vez más grandes, de diseño más elaborado y con técnicas de construcción cada vez más desarrolladas y avanzadas.

Ya en el siglo XX el concreto armado y más tarde el concreto presforzado contribuyeron todavía más al desarrollo de esta técnica, abaratando costos, facilitando técnicas, y en definitiva "popularizando" su construcción.

Este trabajo de aplicación surge de la necesidad de hacer una inspección detallada a la condición actual de los puentes ubicados en el sector vial de El Empate – Higueros, zona norte del Departamento de Nariño, debido a que el abandono al que se han visto sometidos, referente a su mantenimiento periódico, ha desembocado en el detrimento general de estas estructuras, colocándolas al borde del colapso, tal cual aconteció con el Puente "La Vega", ubicado en esta carretera y poniendo en riesgo, además de la integridad física de los usuarios, las economías y condiciones sociales de todos los pobladores que se benefician de este ducto vial. Es importante recordar que conservar el buen estado del funcionamiento vial es de suma importancia, ya que permite alcanzar los grandes objetivos fijados en los planes de desarrollo y que se traduce en última instancia en elevar la calidad de vida de los habitantes.

El objetivo general de este trabajo de aplicación es realizar una auscultación preliminar a los puentes ubicados en la vía El Empate – Higueros, del Departamento de Nariño, exponiendo el método de inspección y el resultado evaluativo, con la finalidad de proponer las soluciones técnicas más adecuadas a los problemas encontrados, en aras del beneficio futuro en la conservación de dichas estructuras.

## **1. ELEMENTOS DE IDENTIFICACION**

### **1.1. TITULO**

DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE – HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

### **1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA**

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

En la actualidad, el sistema carretero departamental alcanza los 3887,93 Km. de longitud, de los que 770,48 Km. Corresponden a la red vial primaria a cargo del instituto Nacional de Vías, regional Nariño, 1610 km conforman la Red vial secundaria a cargo de la Gobernación de Nariño, a través de la secretaria de Infraestructura del Departamento y 1507,03 km. corresponden a la red vial terciaria, antes a cargo del Fondo Nacional de Caminos Vecinales, hoy a cargo del Instituto Nacional de Vías, regional Nariño. De la red vial departamental, 388,70 km. corresponden a las vías hacia el norte del Departamento. De estos, tan solo 80 km. corresponden al sector El Empate – Higueros. Dentro de este último tramo se cuenta con 20 estructuras de paso, llámense puentes, pontones, box-culvert o alcantarillas dobles, entre 3 y 30 m de longitud que en total conforman únicamente 320 mt de vía.

La mayoría de estas estructuras, sino todas, presentan daños importantes, ya sea como consecuencia de la acción agresiva de los agentes naturales como también del crecimiento desmesurado de las cargas. El deterioro causado por los agentes naturales inherentes al proceso constructivo es común a todas las obras de la ingeniería civil y es el resultado de un proceso mediante el cual la naturaleza trata de revertir el procedimiento artificial de elaboración de los materiales de construcción y llevarlos nuevamente a su estado original. Dentro de los agentes naturales de deterioro externo debe mencionarse las fuertes olas invernales de las últimas décadas las cuales han incrementado los caudales de las escorrentías que estas estructuras sortean, corrientes que atacan implacablemente las cimentaciones y la infraestructura de los puentes llevándolos al borde de su falla. La intervención humana no ha sido ajena a este deterioro y se presenta en el abandono total al que se han expuesto estas estructuras, las cuales se ven como “gigantes indestructibles” resistentes al crecimiento desmesurado de vegetación, utilizados como botaderos provisionales de escombros, sometidos a esfuerzos que superan ampliamente la premisa inicial de su creación. Por lo que se refiere a las cargas rodantes, el desarrollo tecnológico ha propiciado la aparición de vehículos cada vez más

pesados en respuesta a la demanda de los transportistas que encuentran más lucrativa la operación de vehículos de mayor peso y, por otra parte, el desarrollo económico se ha reflejado en un notable incremento del parque vehicular. Una gran parte de estos puentes fueron calculados para cargas menores a las existentes en los camiones actuales que superan ampliamente el rango de sollicitación inicial. Esta situación explica los daños en las estructuras de pavimentos y puentes, causados por el aumento de las sollicitaciones mecánicas al aumentar el peso de las cargas rodantes y por la disminución de resistencia por efecto de la fatiga estructural ocasionada por el efecto de frecuencia en la aplicación de esas cargas.

Aunque algunas de las entidades responsables de la operación de estas redes carreteras han considerado la conservación de tal red, el mantenimiento, conservación y reparación de los puentes se han relegado, sin considerarse como una parte obligada de su quehacer, abandonados al libre transcurrir del tiempo y por su puesto a las consecuencias que el mismo traerá.

Aun cuando por su poca longitud vial acumulada y el bajo porcentaje que representan en proporción al tramo El Empate – Higueros, constituyen eslabones vitales que garantizan la continuidad del funcionamiento de toda la red. Su colapso ocasionaría, pérdidas de vidas y cuantiosas pérdidas económicas, además del impacto social de las zonas circunvecinas, tanto por la obra destruida como por la interrupción o demora de las operaciones diarias de los habitantes.

### **1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA**

El abandono al que están expuestos los puentes localizados en la vía El Empate – Higueros es evidente, sin presentarse aún, por parte de las entidades involucradas, alternativas de mantenimiento, conservación o reparación de estas estructuras.

### **1.4. OBJETIVOS**

**1.4.1. Objetivo General** Realizar la auscultación de los puentes de concreto reforzado, ubicados en el tramo vial El Empate – Higueros, al norte del Departamento de Nariño, presentando los problemas que posee en la actualidad, soluciones a ellos y su correspondiente inversión para el mejoramiento.

**1.4.2. Objetivos Específicos:** Realizar la inspección de los puentes en concreto reforzado, ubicados en el tramo vial El Empate – Higueros, al norte del Departamento de Nariño.

- Presentar el diagnóstico actual de estas estructuras, como un todo, a través de formatos previamente establecidos.

- Presentar las posibles y más factibles soluciones técnicas a los problemas encontrados.
- Presentar los presupuestos de obra correspondientes para cada una de las estructuras auscultadas, generados a partir de las soluciones técnicas resultantes del punto anterior.
- Definir la mejor alternativa de solución a partir del análisis de los factores técnicos y económicos.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN**

El deterioro de los puentes, tanto de la red vial nacional como departamental, es debido, principalmente, a factores como: edad, diseño, defectos de construcción, incremento de cargas, medio ambiente adverso y a un mantenimiento inadecuado y diferido.

Sin duda que la capacidad para establecer objetivamente las prioridades y de formular estrategias adecuadas para atenderlas, depende de que se logren programas más eficaces que permitan, en primer término, preservar la inversión en las estructuras existentes y proporcionar niveles continuos y adecuados de seguridad y comodidad a los usuarios.

Dado que en nuestro departamento no hay programas establecidos para la conservación de puentes como tal, el presente trabajo se presenta como el inicio de un programa de mantenimiento y conservación que incluya la auscultación, evaluación y solución de los problemas presentado en las diferentes estructuras de paso que hacen parte, no solo de la red vial al Norte del Departamento de Nariño, sino de toda ella. Además, se convertirá en una herramienta útil para que las entidades involucradas programen inversiones futuras para la conservación de los puentes bajo estudio, con lo que se logra una optimización de los recursos aplicables, atendiendo al mismo tiempo a la seguridad de los usuarios.

## **1.6. ALCANCE**

El presente proyecto se centrará en la auscultación a los puentes de estructura en concreto reforzado, con luces comprendidas entre 6.0m y 30.0 m, ubicados en el corredor vial comprendido entre el sector denominado “El empate” hasta el sector conocido como “Higuerones”, que pertenezcan al Departamento de Nariño. Para cada uno de los puentes inspeccionados se presentará el resultado de la inspección, las posibles soluciones a los problemas encontrados y un presupuesto de obra correspondiente a la ejecución de las soluciones sobre la estructura. A pesar de ser un trabajo aplicativo, podrá servir como referencia para el desarrollo de futuros trabajos en entidades públicas.

## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1. ANTECEDENTES

En la red vial departamental existen una serie de puentes que representan un bajo porcentaje de esta longitud total y, por supuesto, una alta inversión de recursos. Desafortunadamente, por muchos años, por razones como la impopularidad del concepto de conservación, la carencia de una cultura de conservación, y una preferencia mayor a las estructuras térreas, los presupuestos asignados para el mantenimiento y conservación han sido nulos o mucho menores a la cifras requeridas, lo que ha propiciado una grave acumulación del deterioro de estas estructuras.

A la fecha no se ha realizado una evaluación exhaustiva de los puentes de la red carretera departamental, pero se estima que, aproximadamente el 85% del total, requerirían acciones importantes de rehabilitación.

Es oportuno mencionar que el problema planteado no es exclusivo de nuestro país, si no que existe en numerosos países y con mayor agudeza en los países mas desarrollados que tienen estructuras viales más extensas y más antiguas. En los Estados Unidos, por ejemplo, existen en la red federal de carreteras 574,000 puentes, de los cuales 200,000 deben reemplazarse o reforzarse por obsolescencia funcional o por insuficiencia estructural, a un costo de 50,000 millones de dólares, que se invertirán en un lapso de 20 años.

Es importante señalar que existen numerosos puentes que se encuentran desprotegidos, porque las entidades que los administran, quizás fundamentalmente por la carencia de recursos, no han realizado acciones sustantivas para su conservación. Se trata de los puentes de las redes departamentales y de redes terciarias. Aunque estos puentes soportan, en general, volúmenes de tránsito mucho menores que los de la red vial primaria, muchos de ellos tienen una gran antigüedad y un deterioro severo como consecuencia de una escasa o nula conservación, por lo que constituyen un grave peligro para la seguridad pública.

En Colombia, “camino vecinales” fue por muchos años la entidad encargada tanto de la construcción como del mantenimiento y conservación de las obras de paso en gran parte de las carreteras secundarias departamentales de todo el país. Sin embargo, en el año de 2002 fue liquidada totalmente dejando sumidas a las estructuras construidas en el limbo del ¿quién continuará con su mantenimiento?

En la actualidad, el Instituto Nacional de Vías, es el organismo encargado de la inspección, mantenimiento, reconstrucción y construcción, en algunos casos, de estas estructuras pero solo a nivel de carreteras de orden nacional. Los puentes construidos sobre las redes secundarias y terciarias quedan a expensas de las entidades gubernamentales, las cuales destinan muy poco de su presupuesto para las acciones de conservación periódica.

## 2.2. RESEÑA HISTORICA

“La historia del Ministerio de Transporte se remonta al año de 1905, durante el Gobierno del general Rafael Reyes, cuando se creó el Ministerio de Obras Públicas y Transporte, con el fin de atender los bienes nacionales, las minas, petróleos, patentes de privilegio y registros de marcas, los ferrocarriles, caminos, puentes, edificios nacionales y tierras baldías.

Dentro de las principales obras y gestiones en las que el Ministerio ha sido protagonista, debemos recordar los primeros 50 años del siglo XX, época en la que se definieron las normas para la construcción y conservación de carreteras y caminos, se hizo la limpieza y canalización de diferentes ríos y la inspección de las empresas de navegación y matrícula de las embarcaciones. De otra parte, se crearon los distritos de obras públicas, la empresa Ferrocarriles Nacionales de Colombia, se construyó el nuevo acueducto de Bogotá, la represa La Regadera, la planta de tratamiento de aguas de Vitelma, se creó la Dirección de Transporte y Tarifas, dando origen al Instituto Nacional de Tránsito, INTRA y se diseñó el primer plan vial nacional con participación de firmas constructoras extranjeras.

En la segunda mitad del siglo, se introdujo el sistema de peajes para financiar las obras civiles, se creó la Policía de Carreteras para la vigilancia y control del tráfico en las vías nacionales; la empresa Puertos de Colombia, con el fin de construir y administrar los puertos marítimos; el Fondo de Caminos Vecinales, que entraría a atender la construcción, mejoramiento y conservación de los caminos y puentes y el Fondo Vial Nacional, con recursos generados del impuesto a los combustibles para financiar obras viales.

En 1993, el Gobierno Nacional vio la necesidad de reestructurar la Entidad, con el fin de modernizarla y adaptarla al dinamismo del país, por lo que desde el mes diciembre de ese año se convirtió en Ministerio de Transporte.

A comienzos del año 2000, una nueva reorganización se presentó al interior de la institución, esta vez para fortalecerla como el organismo que define, formula y regula las políticas de transporte, tránsito y su infraestructura mediante la articulación de las entidades que integran el sector.

En la última década, el Ministerio ha desarrollado importantes proyectos de trascendencia nacional, mediante la construcción de nuevas vías, túneles y puentes, en el sector carretero; ha puesto en funcionamiento la red férrea, mejoró las condiciones de servicio y seguridad en los aeropuertos y trabaja constantemente en la adecuación y mantenimiento de las vías fluviales y marítimas”.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> [www.invias.gov.co](http://www.invias.gov.co)



En el departamento de Nariño a partir de 1926 se construyen los imponentes puentes colgantes en madera, sobre el río Patía aún en pleno servicio, entre ellos el de la Guasca para pasar del Peñol a Policarpa, luego los del paso Policarpa - Pizanda; Remolinos-El Rosario; Madrigales-Ejido; San Pablo-Cumbitara. En 1928 monseñor Pueyo de Val bendice el puente de sistema rígido sobre el río Guátara, para transitar desde Consacá y Sandoná a Ancuya; en 1942 se inauguran los puentes Peñol-Sotomayor; Ipiales Córdoba y luego el famoso puente colgante entre Las Lajas y Potosí. Se agregan a estas obras el puente de Guambuyaco sobre el río Juanambú entre Granada y el Peñol; los construidos sobre el río Guiza y Vegas cerca a Altaquer y muchos otros que contribuyen de manera decisiva a la consolidación de Pasto como lugar central del suroccidente colombiano.

La historia de los puentes en el departamento se recrea desde los años 1584, “la construcción de estos puentes constituye la primera obra civil de cierta envergadura en la que se utilizan mejores técnicas y materiales más perdurables: ladrillo, piedra y cal. El primer puente, de 30 pies de largo por 22 de ancho, este se termina de construir en 1588 fecha en la que se da comienzo a la construcción del segundo puente que tiene 36 pies de largo y 22 de ancho”<sup>2</sup>, aunque este tipo de construcción se extendió con más fuerza hacia los años de 1800. En el tramo de estudio existen dos puentes en mampostería, uno de ellos ubicado en el sector del municipio de San Pablo sobre el río Mayo, de gran importancia ya que a pesar de tener tanto tiempo de haber sido construido, aun está en funcionamiento y se hace necesario incluirlo en esta investigación; el otro puente se encuentra en el sector del empate llamado la Quiña que no está en funcionamiento.

En los años de 1920 se inicio el desarrollo industrial y se consolido a finales de los años 30, esto fue promovido por varios personajes y firmas comerciales, en el tramo de auscultación correspondiente al Empate – Higueros, predominan los puentes carretero y pontones de concreto reforzado, conformados por vigas simplemente apoyadas sobre estribos que, para la época, brindaban la mayor resistencia conocida. El cuerpo de dichos estribos está conformado por concreto ciclópeo, sin refuerzos de tensión lo que ha generado el volcamiento de las estructuras por torsión y volcamiento de los apoyos. Construidos entre los años 1945 y 1950.

Al desarrollarse la tecnología del concreto reforzado, empezaron a construirse estructuras complejas con este material. Al principio, únicamente losas planas de 10 m de claro máximo y, posteriormente, losas sobre varias nervaduras hasta de 15 m de claro. Para claros mayores se seguía recurriendo al acero estructural.

Sin embargo, pronto se observó que el concreto era un material mucho más económico que el acero, porque se fabricaba al pie de la obra con elementos locales. El desarrollo de esta tecnología permitió obtener concretos de mayor

---

<sup>2</sup> Ortiz (Sergio Elías), en Boletín de Estudios Históricos de Pasto, octubre 12 de 1927 N°1 p, 35

resistencia y de mayor confiabilidad. Lo anterior, favoreció la construcción de grandes puentes de concreto reforzado. Por otra parte, la aplicación del concreto reforzado en los puentes comunes de claros pequeños y modernos, se hizo, prácticamente, general. Al observarse la gran influencia que los moldes tenían en el precio unitario del concreto surgió la superestructura de solo dos nervios, innovación nacional respecto a la práctica de la época.

Aunque la idea del concreto preesforzado es muy antigua, no pudo materializarse en las obras de ingeniería civil mientras no se desarrollaron los concretos y aceros de alta resistencia que, por una parte, permitían la aplicación de grandes fuerzas externas y, por la otra, reducían las pérdidas que esas fuerzas experimentaban, como consecuencia de las deformaciones diferidas.

En el sector de la Quiña, existen tres puentes, uno en mampostería el cual es un patrimonio arquitectónico, pero que aun no ha sido recuperado, En la actualidad, la abundante vegetación se está “tragando” una obra que en su tiempo fue muy importante y hoy en día es de las pocas construcciones de ese tipo que aún queda en pie. 300 m aguas arriba se observa el puente que reemplazó a éste de mampostería, conformado por un puente en concreto con estribos en concreto ciclópeo el cual fue construido hace unos 20 años, por el señor Domingo Fernández.

Mas adelante se encuentra el puente “El Atillo y El Balso”, puentes relativamente nuevos entre 25 a 30 años de construidos, Llegando a San Bernardo se encuentra el puente “Hueco Hondo”, construido en los años 48, sus estribos son en mampostería en piedra y su placa está constituida por una empalizada. A pocos kilómetros se encuentra el puente La Providencia, construido por El señor Salomón Palacios y dirigido por el ingeniero Ramiro Basante, oriundo del Departamento del Huila. Fue construido en la época del 46 al 52.

Hacia adelante se encuentra el puente La Vega, sobre la quebrada La Mina, que en la actualidad se encuentra fuera de servicio por el colapso total de su estructura. Su nombre se debe a la existencia de una mina de asbesto abandonada hace mucho tiempo.

Luego se encuentra el puente “Petacas,” sobre la quebrada el pailón, construido hace más de 15 años. Ha sido intervenido en varias ocasiones para evitar la socavación en la cimentación de sus estribos. Su construcción data del año 1946.

Puente “Jalisco” construido con piedra sobrepuesta y una pasta conformada por una argamasa de triturado y arena amarilla. Sobre el arco construido se instalaba madera que funciona como la losa de los puentes actuales.

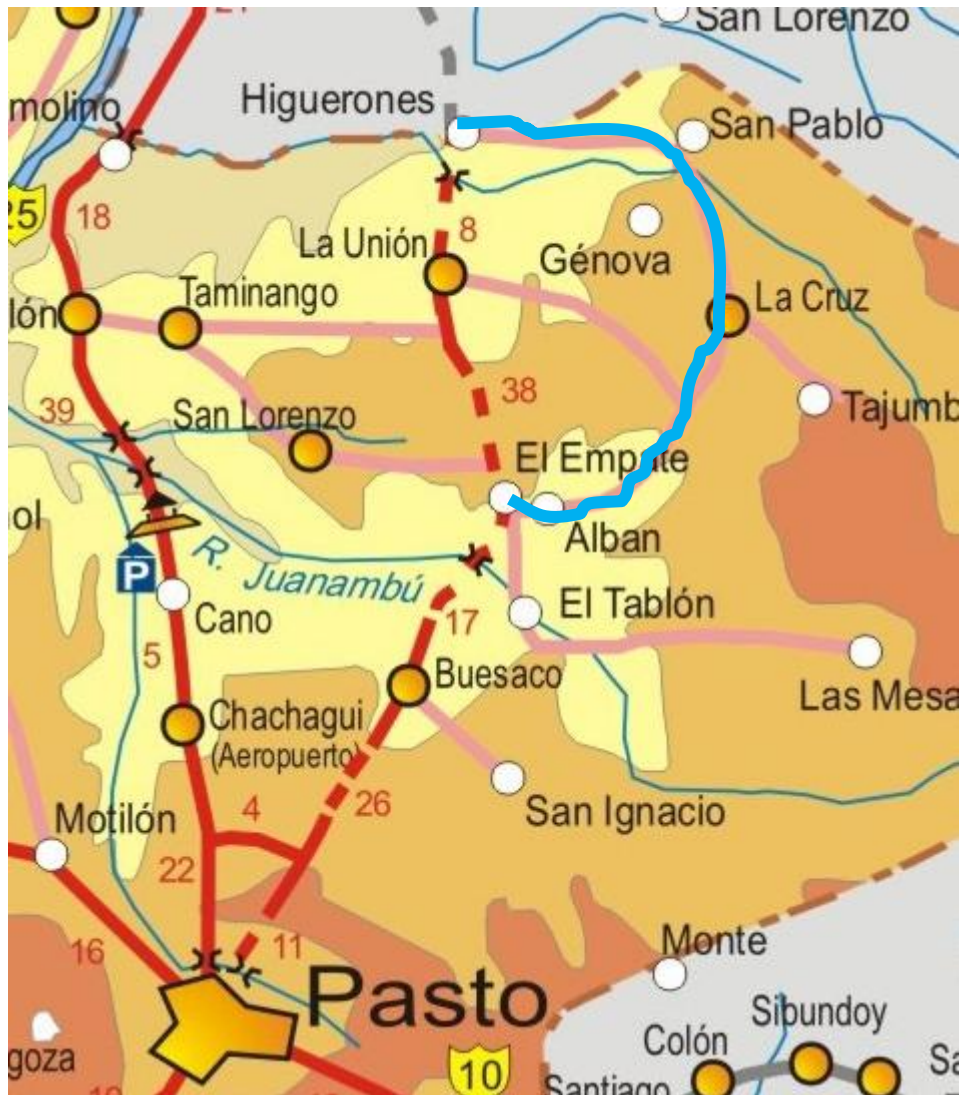


Figura 1. Localización de la vía objeto del presente estudio

### 2.3. MARCO LEGAL

La normatividad inherente a la construcción, inspección y mantenimiento de puentes es:

- El Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, adoptado mediante Resolución No. 0003600, del 20 de junio de 1996, emanada del Ministerio de Transporte.
- Las Normas de Ensayos de Materiales para Carreteras, versión 2006, adoptadas mediante Resolución No. 003290 del 15 de agosto de 2007, emanada del Ministerio de Transporte
- Las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, versión 2006, adoptadas mediante Resolución No. 003288 del 15 de agosto de 2007, emanada del Ministerio de Transporte

- Manual de inspección de puentes, editado por el Instituto Nacional de Vías

## 2.4. MARCO CONCEPTUAL

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

**CONSERVACION DE PUENTES.** Se puede definir el término conservación de estructuras como: El conjunto de operaciones y trabajos necesarios para que una obra se mantenga con las características funcionales, resistentes e incluso estéticas con las que fue proyectada y construida, y se puede dividir este conjunto de operaciones y trabajos en tres fases. Inspección, Evaluación y Mantenimiento.

**INSPECCION DE PUENTES.** Conjunto de acciones técnicas, realizadas de acuerdo con un plan previo, que facilitan los datos necesarios para conocer, en un instante dado, el estado de la estructura.

**EVALUACION DE PUENTES** Estimación de la vida remanente del puente, en función de su capacidad actual y de la evolución prevista de la demanda.

**MANTENIMIENTO DE PUENTES** Acciones encaminadas al preservamiento de la vida útil de la estructura, con la menor demanda de recursos físicos y económicos.

## 2.5. FORMULACION DE LA HIPÓTESIS

H1: EL DIAGNÓSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE – HIGUERONES, EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO se presenta como una alternativa para minimizar el riesgo de una incomunicación latente entre las poblaciones del Norte del Departamento de Nariño y la cabecera Municipal del mismo, además de disminuir el nivel de peligrosidad al tránsito por esta red vial.

## 2.6. MARCO TEORICO

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

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

Para designar su función se puede hablar de puentes para carreteras, puentes para ferrocarril o puente móvil. La palabra viaducto se reserva para los puentes largos, con frecuencia de claros prolongados, y altura constante.

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

Las partes conformantes de un puente son:

Superestructura: Elementos portantes (vigas), Diafragmas, sistemas de piso (losas).

Subestructura: Pilas y estribos, zapatas de cimentación, pilotes y pilastrones, juntas de dilatación.

Equipamiento: Parapetos o barandas y señalización

**2.6.2. Algunas Clasificaciones.** A los puentes se los puede clasificar según su función y utilización, materiales de construcción y tipo de estructura.

Según su función y utilización se les puede clasificar en:

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

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

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

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

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

**2.6.3. Características geométricas.**

**2.6.3.1. Espaciamiento entre pilas, orientación y tipo.** Las pilas de un puente deben ubicarse de acuerdo con los requerimientos de la navegación y de manera que produzcan la mínima obstrucción a la corriente. En general, deben colocarse paralelamente a la dirección de la misma en épocas de avenidas. Así mismo, para dar paso a los materiales de arrastre y a los hielos,

los claros del puente y el espacio libre vertical deberán tener la amplitud adecuada, de acuerdo con el tipo de pila y, en caso necesario emplear desviadores de materiales de arrastre.

**2.6.3.2. Ancho de calzadas y banquetas.** El ancho de la calzada será el ancho libre entre las partes inferiores de las guarniciones medido normalmente al eje longitudinal del puente; Si las guarniciones no existen el ancho libre será la distancia mínima entre las cara interiores del parapeto del puente.

El ancho de la banqueta será el ancho libre entre la cara interior del parapeto y la parte extrema de la guarnición o guarda rueda exterior medido normalmente al eje longitudinal del puente, salvo que exista una armadura, trabe o parapeto adyacente a la guarnición, en cuyo caso, el ancho se medirá hasta la orilla exterior de la banqueta.

La cara de la guarnición se define como el parámetro interior, vertical o inclinado de la propia guarnición. Las dimensiones horizontales del ancho de la calzada y de la guarnición se toman desde la base, o desde la base del paño inferior, si se trata de guarniciones escalonadas.

En los tramos de acceso con guarnición y cuneta, ya sea en uno o en ambos extremos del puente, la altura de la guarnición del puente debe coincidir con la de acceso, o ser, preferentemente, mayor.

Cuando se requieran banquetas para el tránsito de peatones en las vías rápidas urbanas, deberán aislarse de la calzada del puente por medio de parapetos.

**2.6.3.3. Gálidos.** A) De Navegación.- La autorización para la construcción de un paso sobre una vía navegable, exceptuando aquellas que por su categoría se hallen previamente autorizadas por la entidad estatal del caso, deban obtenerse de esta propia comandancia y de las demás autoridades competentes.

B) Vehicular.- Para la circulación de vehículos, el gálibo horizontal será el ancho libre, en tanto que el gálibo vertical será la altura libre.

**2.6.3.4. Bordillos** Deberán instalarse bordillos a ambos lados de la estructura del puente para protección tanto del tránsito como de los peatones, cuando existan andenes.

En los puentes que no pertenezcan a vías rápidas urbanas y que dispongan de andenes adyacentes a las calzadas, deberá instalarse entre estas dos el bordillo o barrera para calzada, además de un bordillo para andén en el lado exterior.

A) Bordillos para calzada.- Aunque el propósito principal de los bordillos para calzada es controlar el tránsito que circula por la estructura, deben tomarse en

cuenta otros factores, como son la protección de los ocupantes del vehículo en caso de colisión, y a los peatones que circulan en el puente, además de la buena apariencia y la suficiente visibilidad para los vehículos que lo transiten. Los materiales empleados en los bordillos para calzada serán: concreto, acero o una combinación de ellos.

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

Los materiales empleados en estos bordillos serán: concreto, acero o una combinación de estos materiales.

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

**2.6.3.6. Sobreelevación.** En las curvas horizontales de un puente la sobreelevación se hará de acuerdo con las especificaciones establecidas para la construcción del camino, pero en ningún caso excederá del 10% del ancho de la calzada.

**2.6.3.7. Revestimiento del piso de puentes.** El revestimiento del piso de los puentes deberá ser de un material antiderrapante. Generalmente, al tratarse de puentes con tablero de concreto reforzado, la superficie superior del tablero es la misma superficie de rodamiento.

**2.6.4. Definición de Inspección** Se puede definir el término conservación de estructuras como el conjunto de operaciones y trabajos necesarios para que una obra se mantenga con las características funcionales, resistentes e incluso estéticas con las que fue proyectada y construida. Y se puede dividir este conjunto de operaciones y trabajos en tres fases. Inspección, Evaluación y Mantenimiento.

La primera de estas fases queda definida como el conjunto de acciones técnicas, realizadas de acuerdo con un plan previo, que facilitan los datos necesarios para conocer en un instante dado el estado de la estructura

En el caso de otros tipos de estructuras, edificios, por ejemplo, el hecho de que exista una convivencia permanente hombre-estructura ayuda a detectar sus daños y deterioros. En cambio, al referirse a obras civiles es necesario el establecimiento de una inspección sistemática de las mismas como única fuente para suministrar datos sobre la detección de los daños y la evaluación de su estado

El concepto de seguridad va de la mano con los puentes, por lo que la opinión pública no admite el más mínimo riesgo de colapso en estas estructuras, aunque éste en realidad siempre exista puesto que técnica y económicamente la seguridad absoluta es imposible

Se pueden distinguir dos tipos de fallas: las que se denominan catastróficas, caracterizadas por ser completas y repentinas y, por tanto no anticipables por una inspección. Y las fallas por degradación, cuya característica principal es la de ser graduales y parciales y por lo tanto evitables mediante una inspección sistemática

En cierta forma, unido al concepto de seguridad, aparece el de funcionalidad o mantenimiento de las condiciones de servicio. El puente debe ser capaz, con un aceptable grado de probabilidad, de cumplir con las funciones para las que fue diseñado sin hacer gastos innecesarios. Si el deterioro de las estructuras comienza desde el mismo momento en que son construidas, parece obvio que desde ese mismo instante sea necesario tener una vigilancia que asegure que se tomen a tiempo las medidas adecuadas para el mantenimiento del puente y así se logre la máxima economía. En este sentido hay que considerar no solo los costos directos de reparación de la obra, sino los indirectos que pueden originarse como consecuencia del retraso en reparar el daño, ya que la obra puede llegar a incumplir parcial o totalmente la función para la que fue creada

Un programa de inspecciones sistemáticas tendrá que proporcionar los datos necesarios para la toma de decisiones sobre mantenimiento, reparación, refuerzo o sustitución de las estructuras

Según las estadísticas, cualquier puente experimenta un deterioro bastante rápido en los 25 primeros años de su vida, se estabiliza durante 20 años y por último cae en picado hasta morir alrededor de los 50 o 60 años. Los modelos de predicción de la deterioración se establecen siempre en función de la calidad del diseño de la construcción y la influencia externa

**2.6.5. Inspección de puentes** La única forma de conocer la condición exacta y evaluar cada uno de los elementos de un puente, es mediante un programa de inspecciones. La inspección es una actividad compleja, que debe realizarse en forma organizada y sistemática, ya que de ella



dependen las recomendaciones para corregir los defectos, señalar restricciones de carga y velocidad y para minimizar la posibilidad de pasar por alto algunas deficiencias que pueden convertirse en daños severos si no son reparados a tiempo. Para obtener una información satisfactoria, las inspecciones deben llevarse a cabo con una cierta periodicidad, generalmente semestralmente. Varios textos recomiendan realizar las inspecciones para evaluación estructural cada 2 o 4 años, sin embargo, los puentes de condición dudosa o con deficiencias conocidas, se vigilan con mayor frecuencia. Por ser este tipo de inspecciones de carácter minucioso y que requieren herramientas y equipo apropiados, por lo general se recurre a empresas especializadas.

Debido al desarrollo del sector transportista, en el cual la capacidad de los vehículos para movilizar carga es cada vez mayor y, por lo tanto, las cargas movilizadas, se hace necesario que la inspección a los puentes se realice más a menudo.

Los fenómenos naturales como ciclones, lluvias torrenciales, sismos y fenómenos accidentales por colisiones o impactos provocados, principalmente, por choques, representan situaciones de emergencia que se traducen en asentamientos, erosiones, socavaciones, desportillamientos, fisuramientos, etc., que deben evaluarse inmediatamente

**2.6.5.1. Tipos de inspección** Existen tres tipos de inspecciones que se requieren para la detección y evaluación de daños:

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

Al término de la inspección preliminar, el jefe del grupo de inspección procederá a dar una apreciación del estado global de la obra. En este estudio se han escogido tres grupos que representan el estado en que se encuentra la estructura y el nivel de urgencia con que se necesita intervenir. Esto debido a que la escasez de información y la superficialidad de la inspección no permiten adoptar un sistema cuantitativo sofisticado de calificación:

**NIVEL ROJO.-** Puentes que por la gravedad de sus daños requieren atención inmediata.

NIVEL AMARILLO.- Puentes que presentan daños que deben ser atendidos en un plazo mediano (de seis meses a un año), porque su situación puede degradarse a la situación anterior.

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

Las inspecciones preliminares deben ir registradas en formatos adecuados para tal fin.

**2.6.5.1.2. Inspección Principal** Debe realizarse de inmediato en aquellos puentes que hayan sido clasificados en el NIVEL ROJO durante la inspección preliminar. Esta segunda inspección la realizará personal especializado en puentes, y tendrá por objetivo ratificar o rectificar la inspección preliminar. Para ello deberá contar con equipos que permitan el acceso a todas las partes del puente para observar detalladamente todos sus elementos, y que permita la medición cuantitativa de las respuestas de la estructura con precisión suficiente. Con los resultados de la inspección principal, podrá calificarse cuantitativamente el estado de cada puente.

**2.6.5.1.3. Inspección Especial** Se realizará por personal altamente especializado en aquellos puentes que vayan a ser rehabilitados y tendrá por objeto el recabar los datos necesarios para la realización del proyecto ejecutivo. En las actividades a realizar, se incluyen, el levantamiento geométrico de la estructura, la determinación de la naturaleza y extensión de los daños y la realización de diversos estudios que permitan determinar la causa y mecanismo de propagación de los daños.

Durante la inspección se debe poner especial cuidado en la observancia de los siguientes daños:

- Descascaramiento: La gradual y pérdida continua del mortero y agregados superficiales sobre un área de concreto expuesta. Se debe describir el carácter del descascaramiento, el área aproximada observada y la localización de la misma.
- Agrietamiento: Una grieta es una línea que muestra una fractura en el concreto. La grieta se puede extender parcial o completamente a lo largo y a través del miembro de concreto. Cuando se reporten grietas deben describirse su tipo, dimensiones de abertura y longitud, dirección y localización. Hay que comparar los resultados de la inspección generada con los de una inspección previa para determinar si el agrietamiento continuara o se detendrá. Todos los tipos de grietas son obviamente serios, y deben ser reportados de inmediato.
- Herrumbre: La herrumbre en el acero presenta varias coloraciones que van desde el rojo intenso hasta el café rojizo. Inicialmente la herrumbre

es un fino granulado, pero a medida que transcurre el tiempo se convierte en pequeñas escamas. Eventualmente la herrumbre se disemina a lo largo de todo el miembro. Se debe anotar su localización, características y área de extensión.

- Pandeo y torsión: Estas condiciones se desarrollan a causa de los esfuerzos térmicos, sobrecargas o algunas otras circunstancias de carga como la reversible, que aun sin llegar a producir los esfuerzos de trabajo ocasionan fatiga en el acero. Los daños por colisión son una causa más que provocan el pandeo, torsión y cortes.

#### **2.6.5.2. Medios y requisitos para llevar a cabo una inspección**

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

- Poder ver: lo que significa poder acceder a todas las partes que se desean inspeccionar, y en su caso ayudar con medios complementarios al ojo humano.

- Saber ver: para lo cual se necesita un equipo de inspección calificado y con suficiente experiencia.

- Saber lo que se quiere ver: es decir, hay que preparar con antelación las inspecciones, estudiando el proyecto, los posibles incidentes ocurridos en la construcción y los informes obtenidos en anteriores inspecciones, si existen.

**2.6.5.2.1. Medios humanos** El personal encargado de realizar las diferentes inspecciones debe ser altamente preparado y con una basta experiencia en la materia. El manual de mantenimiento de puentes preparado por ASSHTO detalla claramente el perfil que debe cumplir el equipo que este a cargo de la inspección entre otros que el ingeniero a cargo debe tener una especialización en el tema y un mínimo de 10 años de experiencia en inspección de puentes. En consecuencia con ello se define que la persona encargada de ocupar ese puesto será responsable de la exactitud de la inspección, el análisis de todo lo que se descubra en las mismas y las correspondientes recomendaciones para corregir los defectos.

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

Lo anterior no hace más que poner en manifiesto la gran importancia de establecer personal altamente experimentado a cargo de la realización de estas labores.

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

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

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

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

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

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

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

**2.6.5.3. Equipo de Inspección** Para hacer la lista del equipo de una inspección es importante tener en consideración, si realmente va a ser de gran utilidad o si su costo es bajo, etc. Debe recordarse que si no se cuenta con transporte para el equipo es muy difícil transportarlo de otras formas, por el tiempo y la seguridad del equipo.

Para determinar el equipo que se utilizará en una inspección es muy importante tener en cuenta el equipo existente y su utilidad. Existen muchos y muy variados pero los más útiles e imprescindibles son:

- Botas.
- Nivel de mano.
- Caja de herramientas
- Cinturón de herramientas.
- Cepillo de alambre.
- Crayones.
- Aerosoles de colores
- Escaleras.
- Pasarelas.
- Canastillas.
- Poleas.
- Cables de acero de varios diámetros (5/16").
- Reatas o lasos.
- Cintas métricas y metros.
- Cámara fotográfica o de video
- Libreta de campo.
- Chalecos salvavidas.
- Chalecos antirreflejantes.
- Nudos de acero (perros).
- Arnese.

El equipo para inspección se puede dividir en:

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

Herramientas personales para trabajo y seguridad:

- Binoculares.
- Martillo ligero.
- Lámpara sorda.

- Navaja de bolsillo.
- Flexometro.
- Libreta de campo.
- Cámara fotográfica
- Casco.
- Botas.
- Gafas.
- Chaleco salvavidas.
- Chaleco antirreflejante.

**2.6.5.3.2. Equipo para señalamiento** Debe utilizarse y es muy apropiado cuando se inspeccionan las calzadas:

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

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

- Estación total
- Transito o teodolito.
- Nivel de mano.
- Cintas métricas.
- Libreta de transito.

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

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

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

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

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

En general se deberán considerar los siguientes puntos de inspección:

1. Juntas de dilatación
2. Apoyos.
3. En puentes de concreto reforzado:
  - Diafragmas.
  - Nervaduras.
  - Losas.
  - Flechas.
4. En puentes de concreto presforzado:
  - Diafragmas.
  - Nervaduras.
  - Losa.
  - Anclajes.
  - Flechas.
5. En estructuras metálicas:
  - Rotura de remaches, pernos o soldaduras.
  - Fallas en la protección con anticorrosivos.
  - Nodos.
  - Corrosión.
  - Pandeo, alabeo o rotura de elementos.
  - Conexión entre sistema de piso y estructura.
  - Fallas en el sistema de piso.
  - Espesores actuales de los elementos estructurales.
  - Revisión del gálibo.
6. Estudio del cauce:
  - Efectos de socavación.
  - Encauzamiento.
  - Obstrucción.
7. Subestructura:
  - Socavación.
  - Destrucción por impacto.
  - Hundimientos.
  - Desplomes.
  - Agrietamientos.
8. Revisión de accesos y cunetas de derrame.
9. Drenaje de la superestructura y la subestructura.
10. Vialidad y señalamiento.

## 11. Alumbrado

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

### 2.6.5.5. Elementos a inspeccionar

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

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

- Nivelación del tablero.
- Inspecciones subacuáticas.

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

- Accesos.- Detectar la presencia de derrumbes menores, asentamientos, materiales de arrastre o rugosidades que motivan que los vehículos que se acercan a puente causen esfuerzos de impacto indeseable.
- Cauces.- Verificar la suficiencia de cauce bajo la estructura, cerciorándose de que no este obstruido por depósitos de materiales de arrastre, como bancos de arena y crecimiento de vegetación que pueden modificar la orientación de la corriente, causando socavación a las pilas o a los estribos.

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

- Pilas y estribos.- Revisar su cimentación, principalmente, cuando es directa para detectar cualquier inicio de erosión o socavación, la presencia y severidad de grietas, así como mencionar cualquier cambio en la posición o verticalidad. Revisar la existencia de grietas, ya que estas pueden ser indicios de socavación o hundimientos.
- Apoyos.- Es importante asegurar su adecuado funcionamiento, cuidando que no existan daños en los pernos de anclaje, estén ajustados adecuadamente, libres de materiales extraños para que haya libertad de movimientos



Se debe asegurar que no exista:

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

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

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

- Armaduras Metálicas.- Vigilar las uniones del armazón, que son puntos críticos en los que se acumulan residuos que provocan la corrosión y pérdida de sección en elementos de la armadura.
- Vigas y largueros.- En el caso de las vigas de acero, debe vigilarse la existencia de grietas y de corrosión, principalmente, en las alas superiores, alrededor de los remaches, pernos y en las áreas de soldadura. Asegurarse de que estén adecuadamente sostenidas, que no haya torceduras o desplazamientos, ni tengan daños debidos a colisiones o pérdidas de sección por corrosión.

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

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

Es importante chequear que la altura de los gálibos sean las requeridas para evitar accidentes o colisiones con las trabes u otro elemento del puente. También, deben revisarse los miembros principales de la armadura que son susceptibles a daños por colisión, principalmente al paso de cargas voluminosas.

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

- Juntas de expansión.- Observar que tengan el espacio adecuado para los desplazamientos por efectos térmicos y que estén libres de basura.
- Tableros.- Buscar agrietamientos, descascamientos, baches u otras evidencias de deterioro.

- Señalizaciones.- Debe revisarse la presencia, la legibilidad, la visibilidad y la necesidad de las señales existentes.
- Sistemas de drenaje.- Revisar el drenaje para evitar encharcamientos, que los drenes estén libres de basura y funciones correctamente.
- Bordillos.- Buscar golpes causados por colisiones de vehículos.

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

**2.6.5.6. Entrega de Reportes** El archivo de datos de cada puente se puede considerar formado por dos elementos: Una información sobre el puente que permanece invariable (inventario) y una información que si se modifica con el transcurso del tiempo (datos de inspección).

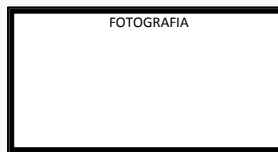
Los puntos esenciales que comprenden un reporte de inspección son:

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

Para efectos del presente trabajo de grado se tomarán como base los datos derivados del manual de inspección del INVIAS.

FORMATO DE INSPECCION PRELIMINAR DE PUENTES

FECHA:	octubre de 2008	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
NOMBRE DEL PUENTE:		Longitud:
LOCALIZACION :		Ancho:
REFERENCIACION :		
OBSTACULO QUE SALVA:		TIPO DE FUNCION
TIPO DE PUENTE:		



CIMENTACION	AUSCULTACION	UBICACION						OBSERVACIONES	
		ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				SECTOR CENTRAL
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Socavación									
Obstrucción del cauce									
Presencia de material de arrastre									
Desorientación del cauce									

SUBESTRUCTURA	AUSCULTACION	UBICACION						OBSERVACIONES	
		ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				PILAS CENTRALES
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Fisuras por flexión									
Asentamientos									
Aplastamiento local									
Volcamiento									
Segregación									
Hormigueros									
Fisuras por retracción									
Recubrimiento inadecuado del acero									
Exposición acero de refuerzo									
Corrosión del acero									
Descascaramientos									
Carbonatación									
Eflorescencias									
Contaminación de concreto									
Socavación									

SUPERESTRUCTURA	AUSCULTACION	UBICACION						OBSERVACIONES
		VIGAS PRINCIPALES			VIGA RIOSTRA		TABLERO	
		IZQUIERDA	CENTRAL	DERECHA				
IDENTIFIQUE EL ELEMENTO								
Desgaste de superficie								
Fisuras por flexión								
Fisuras por cortante								
Fisuras por torsión								
Segregación								
Hormigueros								
Fisuras por retracción								
Recubrimiento inadecuado del acero								
Exposición acero de refuerzo								
Corrosión del acero								
Descascaramientos								
Carbonatación								
Eflorescencias								
Contaminación de concreto								
Vibraciones								

UBICACIÓN					
AUSCULTACION	BORDILLOS		ANENES		OBSERVACIONES
	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	
Inexistencia					
Dimensión insuficiente					
Exposición acero de refuerzo					
Desportillamiento					
Fallas por impactos					
Segregación					
Hormigueros					
Corrosión del acero					
Recubrimiento inadecuado del acero					
Descascaramientos					
Carbonatación					
Eflorescencias					
Contaminación de concreto					
AUSCULTACION	BARANDA		OBSERVACIONES		
	IZQUIERDO	DERECHO			
Inexistencia					
Ausencia de elementos					
Pintura deteriorada					
Corrosión					
Fracturamiento					
AUSCULTACION	SEÑALIZA.	OBSERVACIONES			
Inexistencia					
Ilegibilidad					
retroreflexibilidad deficiente					
Daño general					
invisibilidad					
Demarcación defectuosa					
Agrietamiento de soldadura					
AUSCULTACION	JUNTA EXPANSION	OBSERVACIONES			
Inexistencia					
Contaminación de la junta					
Perfiles defectuosos					
Perfiles sueltos					
desgaste en los guardacantos					
Desportillamiento					
Fisuramiento de guardacantos					
Daños en el sello					
Obstrucción del sello					
AUSCULTACION	DRENAJE	OBSERVACIONES			
Inexistencia					
Taponamiento					
Longitud insuficiente					
AUSCULTACION	APOYOS	OBSERVACIONES			
Inexistencia					
Desplazamiento					
Descomposición					
Deformación					
AUSCULTACION	DISIPADORES LATERALES	CUNETAS DE DERRAME	ACCESOS	OBSERVACIONES	
Inexistencia					
Socavación					

Tabla 1. Formato de inspección preliminar

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

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

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

**2.6.5.6.2. Reporte De Fallas** Consiste en ilustrar en un plano o planos necesarios la localización exacta de las fallas (desconchamientos, grietas, caídos, etc.), para apreciar su magnitud real y hacer más seguro el cálculo del proyecto de rehabilitación.

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

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

Algunos factores que causan el deterioro del concreto son:

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

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

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

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

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

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

G) Deterioro por desgaste o abrasión. El desgaste por tráfico vehicular y los impactos causan deterioro a la losa del puente; así como las guarniciones son dañadas por raspaduras provocadas por vehículos que generan superficies de

rodamiento desgastadas y lisas. En la losa, el desgaste se presenta con grietas y daños en las juntas de dilatación.

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

Algunos factores que causan el deterioro del acero son:

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

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

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

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

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

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

**2.6.5.7. Dictamen de la inspección** Al término de la inspección, el grupo inspector debe evaluar el estado del puente y de acuerdo con los daños y el deterioro del mismo, debe otorgar una calificación del estado físico de acuerdo a los niveles VERDE, AMARILLO O ROJO, expuestos anteriormente. Para que el dictamen que se da sobre el estado del puente sea confiable, es importante seguir los procedimientos recomendados de inspección, utilizar el equipo adecuado, que el grupo de inspección sea responsable y con experiencia y sobre todo que el ingeniero responsable de la inspección tenga conocimientos sobre inspecciones.

El nivel de deterioro de un puente, es el que marca, principalmente, la conclusión de la persona encargada del dictamen; aunque existen otros

elementos como la estética, la seguridad, funcionalidad, etc. Uno de los factores más importantes a tener en cuenta es el de la seguridad, sobre todo si el daño es estructural o puede poner en peligro la seguridad de los usuarios (vehiculares y peatonales).

La exactitud del dictamen de la inspección depende en gran medida del análisis de los daños y defectos a corregir que haga la persona responsable de emitir el fallo o la calificación del deterioro actual del puente. Aunque el factor estético no es muy sobresaliente, es importante tenerlo en cuenta pero tan solo como un complemento a aquel de la seguridad.

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

**2.6.5.8 Soluciones y acciones a emprender** Una vez que se ha llevado a cabo todo el trabajo de inspección, el siguiente paso es el establecimiento de las soluciones a los daños presentados en el puente. Para ello se obtiene en primer lugar el listado de estructuras en las cuales las inspecciones han recomendado actuaciones, especificando la naturaleza y el grado de urgencia de las mismas, así estas son evaluadas y se forma una lista de puentes con más prioridades que otros. Esta evaluación debe incluir tanto el aspecto estructural como el aspecto funcional. En el primero, se determina la capacidad remanente de carga, o bien, se define el margen de seguridad entre las acciones a aplicar y las resistencias de los elementos estructurales. En el aspecto funcional, se determinan las capacidades hidráulica y vial del puente y se comparan con las solicitaciones respectivas. Este dictamen va a permitir la definición de las acciones que deben tomarse que, para el presente estudio, se han planteado como sigue:

- Acción 0.- No hacer nada puede resultar una acción técnicamente válida si el dictamen indica un puente con funcionamiento adecuado en todos sus aspectos.
- Acción ejecutoria.- Se refiere a la realización de obras en el puente. Para estas obras, pueden considerarse cuatro niveles de atención:
  - Mantenimiento.
  - Reparación.
  - Reforzamiento.
  - Substitución.

El análisis de cada alternativa depende de:

- La extensión de la vida del puente, que se logra con las obras de conservación.
- Costos y beneficios totales de la alternativa, se incluyen: costos de construcción, conservación y operación, así como beneficios

inmediatos y futuros en función de la evolución prevista del tránsito y adicionando el valor de rescate de la estructura al término de la vida económica.

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

**2.6.5.8.1 Mantenimiento** Consiste en el conjunto de actividades a realizar para mantener o realzar el nivel actual de servicio del puente. Es necesaria cuando, a pesar de no haberse sometido a estas labores ni haber presencia anterior de ellas, el puente no ha perdido funcionalidad estructural. Las tareas de conservación se pueden clasificar en ordinarias y extraordinarias, en función de que sean labores que se deban llevar a cabo con una periodicidad fija o que hayan de efectuarse sólo cuando la evolución del estado del elemento a conservar lo demande.

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

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

Las tareas más comunes de mantenimiento son:

- Señalización, pintura, alumbrado, etc.
- Limpieza de acotamientos, drenes, lavaderos y coronas de pilas, estribos, caballetes, etc.
- Limpieza y rehabilitación de conos de derrame incluida su protección.
- Limpieza y rehabilitación del cauce.
- Recarpeteo de los accesos del puente.
- Protección contra la socavación.
- Reacondicionamiento de barandillas dañadas.
- Limpieza o rehabilitación de las juntas de dilatación.
- Limpieza o protección de apoyos.

Del primer grupo (ordinarias), se refieren básicamente a la de inspección, limpieza y pintura; mientras que las del segundo (extraordinarias) abarcan un amplio campo que va desde la rehabilitación del concreto degradado hasta la



renovación de elementos de equipamiento como juntas, impermeabilización, etc.

La falta de mantenimiento adecuado, con el tiempo genera problemas que pueden resultar muy graves, como son: limitación de cargas, restricciones de paso, riesgo de accidentes, riesgo de interrupciones de la red, y a un importante problema económico por el acortamiento de la vida útil de las obras.

**2.6.5.8.2 Reparaciones** Como su nombre lo indica, son acciones tendientes a la recuperación de la funcionalidad estructural del puente. Se realizan cuando el daño, en cualquier punto de la estructura del puente, se encuentra en estado avanzado. Algunas causas comunes para el inicio de las tareas de reparación son: deterioro del concreto en estado avanzado con desprendimientos en algunas zonas, armaduras pasivas al descubierto con oxidación evidente, y a veces, desaparición de la misma, armaduras activas con inicios de oxidación y sus conductos con zonas sin inyectar, falta de recubrimiento, o síntomas de fallas en los anclajes. En la mayoría, de los casos el deterioro de estos elementos es mucho más rápido que el de la estructura por lo que normalmente una buena parte de acciones va dirigida a la reparación o renovación de los mismos.

Las tareas más comunes de la reparación son:

- Impermeabilización y regeneración del concreto de losas, pilas y estribos: recubrir el concreto visto, cara inferior de las losas, pilas, estribos, alzados, etc. con una pintura antihumedad y anticarbonatación transparente o de color, previo chorreado con arena.
- Cambio, recolocación o recalce de apoyos.
- Cambio de juntas de dilatación.
- Rehabilitación del concreto degradado.
- Tratamiento de armaduras expuestas: limpieza del oxido de estas y sustitución en el caso de que tuvieran una corrosión importante.
- Impermeabilización competente en la cara superior del tablero, para regularizar su superficie.
- Eliminación, en el caso que exista, de concreto cuarteado, desagregado, o separado en láminas y sustituirlo por un mortero de reparación
- Reparación o reposición de barandillas y andenes
- Mejorar en sistema de drenaje en los casos en que convenga

- Inyección de grietas y fisuras en subestructura y superestructura cuya abertura y profundidad suponga un peligro grave para la estructura.

- Protección de aceros expuestos en subestructura y superestructura utilizando Sand-Blasting, picado o pegacreto para colocar concreto lanzado.

**2.6.5.8.3 Reforzamientos** Con los trabajos de reforzamiento se pretende que los puentes recuperen un nivel de servicio similar al de su condición original. Sin embargo, debido a varias causas, a veces no es posible obtener este resultado y se requiere la toma de otras acciones.

Desde el punto de vista estructural se puede considerar que el refuerzo de un puente es debido, en general, a una de las tres razones siguientes:

- a) Necesidad funcional de aumentar la capacidad resistente de un puente.
- b) Corregir fallos detectados que hacen suponer que ha disminuido la capacidad de carga prevista inicialmente y ponen en riesgo la seguridad de los usuarios.
- c) Saneamiento, reparación y refuerzo de puentes sometidos al deterioro natural del tiempo.

Entre las acciones más comunes dentro del reforzamiento de un puente, están:

- Elevación de rasantes.
- Ampliación de áreas hidráulicas.
- Reforzamiento pasivo: Inyección de grietas con resinas epóxicas y colocación de placas mecánicas adheridas.
- Reforzamiento activo: Inyección de grietas con resinas epóxicas.
- Reforzamiento externo: longitudinal, transversal y vertical.
- Encamisado de pilas, necesario cuando la capacidad de carga de un puente está en duda, cuando se presentan problemas de socavación o simplemente cuando se quiere proteger a las pilas contra posibles impactos producidos por elementos arrastrados por la corriente

Es muy frecuente clasificar los procedimientos utilizados en el refuerzo de estructuras en procedimientos pasivos y procedimientos activos.

Estos últimos, son aquellos basados en la introducción en la estructura de acciones o deformaciones que modifican su estado tensional favoreciendo su comportamiento resistente.

Entre los procedimientos pasivos más utilizados se pueden citar los siguientes:

- Refuerzo con concreto armado.
- Refuerzo con concreto proyectado.
- Refuerzo con adición de PLACAS y perfiles metálicos.

Entre las aplicaciones del refuerzo con concreto armado se pueden citar:

- a) Refuerzo de pilares mediante agrandamiento de los mismos.
- b) Refuerzo de tableros mediante agrandamiento o reemplazamiento de sus vigas o losa para aumentar su resistencia a la flexión y/o al cortante.

En todos los casos se ha de garantizar el trabajo conjunto del concreto existente y del refuerzo, la limpieza de la superficie de unión, utilización de conectores y la aplicación de una resina especial.

Los refuerzos con concreto proyectado se adaptan bien cuando hay que recubrir grandes superficies con un pequeño espesor, tanto como para reponer recubrimientos alterados, como para el refuerzo con adición de armaduras pasivas. Se necesita una buena preparación de la superficie a tratar y se recomienda el tratamiento con chorro de arena o agua a alta presión. Prácticamente solo se recomienda el sistema por vía seca, ya que la vía húmeda proporciona un concreto de peor calidad (menor resistencia, menor adherencia, mayor retracción y menor compacidad).

**2.6.5.8.4 Substitución** Cuando la importancia del deterioro observado es elevado y la realización de las acciones anteriores no cumplirán los cometidos de incrementar la vida útil del puente, o garantizar la seguridad de los usuarios, o incidir positivamente en el aspecto económico-social de los usuarios de la vía, es necesario pensar en que se debe realizar la substitución de la estructura por una nueva. El criterio de los inspectores será vital para ello, pues el costo total demandado por esta acción es considerable y debe someterse a discusión por parte de los entes encargados del mantenimiento y conservación de la red vial sobre la que se encuentra el puente. El criterio prioritario para la escogencia de esta alternativa radica en la vida remanente de la estructura y el nivel de seguridad que la misma brinda. A pesar de que el dictamen final de la inspección indique el reemplazo total de la estructura, resulta complicado pensar en la sustitución y en la inversión que para ello se requiere, por lo que parece más sencillo y practico continuar con un programa permanente de mantenimiento, reparación y refuerzo de puentes.

### **3 DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE – HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

#### **3.1 DIAGNOSTICO DE LAS ESTRUCTURAS AUSCULTADAS**

En la carretera ubicada al Norte del Departamento de Nariño, entre el sector de El Empate hasta Higueros, se identificaron un total de 34 estructuras de drenaje, conformadas por puentes, pontones, box-culvert o alcantarillas.

Atendiendo al desarrollo del presente trabajo, se centró la atención en la auscultación de 12 puentes de concreto, con luces comprendidas entre 6 y 30 m, así:

- Puente el Quiña
- El Atillo
- El Balso
- Providencia
- Cueva vieja
- La Vega
- Petacas
- Jalisco
- La Valvanera
- La Cabaña
- La Chorrera

Como caso especial se presenta la inspección a la estructura de paso denominada “Puente Hueco Hondo”, conformada por un tendido en madera rolliza y cubierto con material de afirmado, el cual se ha planteado como una necesidad especial de la comunidad de la región.

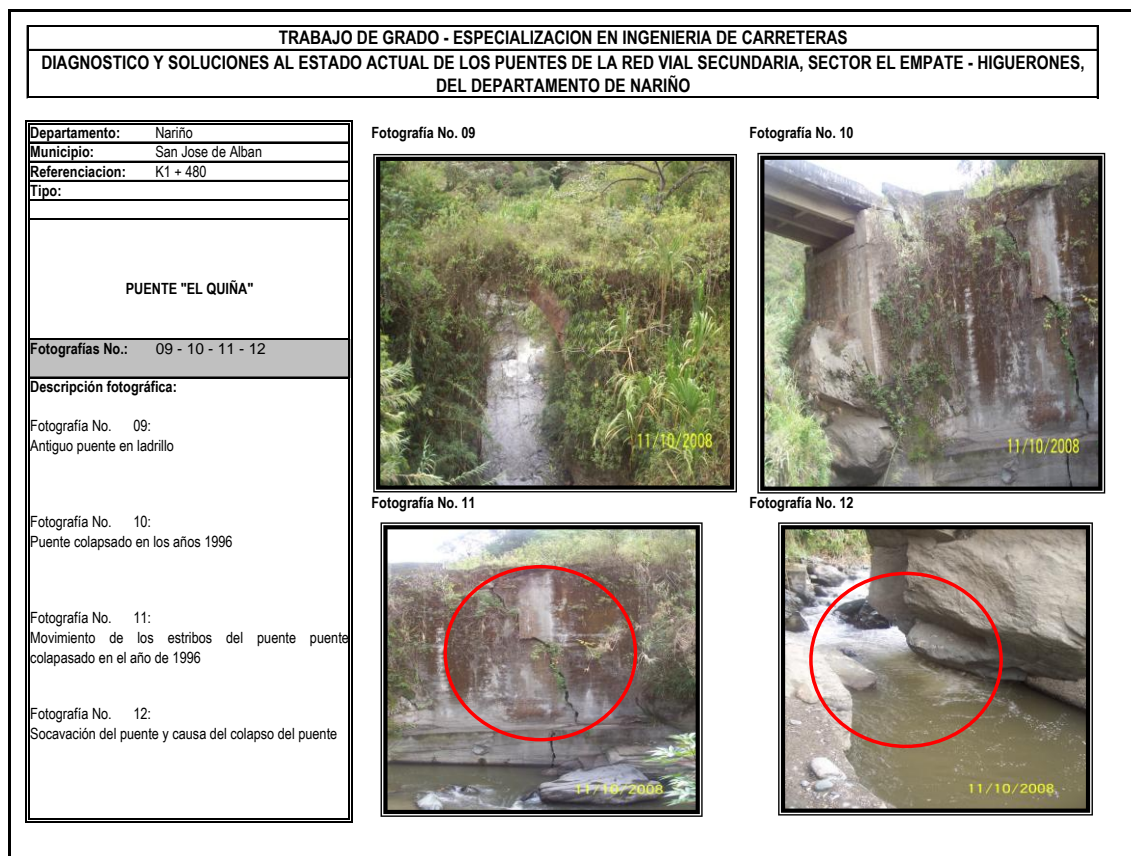
1. Puente El Quiña: Se ubica en el K1 + 480, puente en concreto, conformado por un tablero en concreto reforzado, tres vigas principales simplemente apoyadas y una de arriostriamiento. Estribos en concreto reforzado. Es una estructura muy nueva cuya construcción data del año 2001. Luz libre del puente 30.50 m. Presenta socavación en los sectores aledaños a la cimentación del estribo superior izquierdo, producto de la orientación del cauce hacia este sector, sin embargo, esta socavación no ha llegado a tocar aún la estructura existente. Adolece de falta de mantenimiento pues tanto los drenajes como la junta de expansión están taponados por barro. Al no poseer cunetas de derrame lateral, las aguas de escorrentía, provenientes de las vías aledañas de acceso al puente, están provocando la erosión de los taludes laterales derechos generando problemas de arrastre de material hacia la fuente hídrica sorteada por la estructura, que en un futuro se puede ver afectada por dichos materiales. Los tubos de drenaje no poseen la longitud suficiente por lo que las aguas evacuadas resbalan por la estructura facilitando el crecimiento de elementos como algas y otros organismos vegetales. La estructura del puente se encuentra en óptimas condiciones. La pendiente del tablero está mal orientada pues se aprecia apozamientos de agua hacia un sector específico.

TRABAJO DE GRADO - ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE CARRETERAS																							
DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE - HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Departamento:</td><td>Nariño</td></tr> <tr><td>Municipio:</td><td>San Jose de Alban</td></tr> <tr><td>Referenciación:</td><td>K1 + 480</td></tr> <tr><td>Tipo:</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">PUENTE "EL QUIÑA"</td></tr> <tr><td>Fotografías No.:</td><td>01 - 02 - 03 - 04</td></tr> <tr><td colspan="2">Descripción fotográfica:</td></tr> <tr><td>Fotografía No. 01:</td><td>Localización vía "El Empate - San Jose"</td></tr> <tr><td>Fotografía No. 02:</td><td>Contaminación de la junta de dilatación de entrada</td></tr> <tr><td>Fotografía No. 03:</td><td>Socavación en estribo superior aleta izquierda y desorientación del cauce</td></tr> <tr><td>Fotografía No. 04:</td><td>Volcamiento de un muro en gaviones por presencia de agua en la parte superior del talud</td></tr> </table>	Departamento:	Nariño	Municipio:	San Jose de Alban	Referenciación:	K1 + 480	Tipo:		PUENTE "EL QUIÑA"		Fotografías No.:	01 - 02 - 03 - 04	Descripción fotográfica:		Fotografía No. 01:	Localización vía "El Empate - San Jose"	Fotografía No. 02:	Contaminación de la junta de dilatación de entrada	Fotografía No. 03:	Socavación en estribo superior aleta izquierda y desorientación del cauce	Fotografía No. 04:	Volcamiento de un muro en gaviones por presencia de agua en la parte superior del talud	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Fotografía No. 01</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Fotografía No. 02</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>Fotografía No. 03</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Fotografía No. 04</p>  </div> </div>
Departamento:	Nariño																						
Municipio:	San Jose de Alban																						
Referenciación:	K1 + 480																						
Tipo:																							
PUENTE "EL QUIÑA"																							
Fotografías No.:	01 - 02 - 03 - 04																						
Descripción fotográfica:																							
Fotografía No. 01:	Localización vía "El Empate - San Jose"																						
Fotografía No. 02:	Contaminación de la junta de dilatación de entrada																						
Fotografía No. 03:	Socavación en estribo superior aleta izquierda y desorientación del cauce																						
Fotografía No. 04:	Volcamiento de un muro en gaviones por presencia de agua en la parte superior del talud																						

**Figura 2. Registro fotográfico puente El Quiña**

TRABAJO DE GRADO - ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE CARRETERAS																							
DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE - HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Departamento:</td><td>Nariño</td></tr> <tr><td>Municipio:</td><td>San Jose de Alban</td></tr> <tr><td>Referenciación:</td><td>K1 + 480</td></tr> <tr><td>Tipo:</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">PUENTE "EL QUIÑA"</td></tr> <tr><td>Fotografías No.:</td><td>05 - 06 - 07 - 08</td></tr> <tr><td colspan="2">Descripción fotográfica:</td></tr> <tr><td>Fotografía No. 05:</td><td>Erosion causada por aguas que se filtran por el costado derecho superior del puente</td></tr> <tr><td>Fotografía No. 06:</td><td>Socavación estribo superior</td></tr> <tr><td>Fotografía No. 07:</td><td>Taponamiento de drenajes</td></tr> <tr><td>Fotografía No. 08:</td><td>Contaminación de la junta de dilatación de salida</td></tr> </table>	Departamento:	Nariño	Municipio:	San Jose de Alban	Referenciación:	K1 + 480	Tipo:		PUENTE "EL QUIÑA"		Fotografías No.:	05 - 06 - 07 - 08	Descripción fotográfica:		Fotografía No. 05:	Erosion causada por aguas que se filtran por el costado derecho superior del puente	Fotografía No. 06:	Socavación estribo superior	Fotografía No. 07:	Taponamiento de drenajes	Fotografía No. 08:	Contaminación de la junta de dilatación de salida	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Fotografía No. 05</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Fotografía No. 06</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>Fotografía No. 07</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Fotografía No. 08</p>  </div> </div>
Departamento:	Nariño																						
Municipio:	San Jose de Alban																						
Referenciación:	K1 + 480																						
Tipo:																							
PUENTE "EL QUIÑA"																							
Fotografías No.:	05 - 06 - 07 - 08																						
Descripción fotográfica:																							
Fotografía No. 05:	Erosion causada por aguas que se filtran por el costado derecho superior del puente																						
Fotografía No. 06:	Socavación estribo superior																						
Fotografía No. 07:	Taponamiento de drenajes																						
Fotografía No. 08:	Contaminación de la junta de dilatación de salida																						



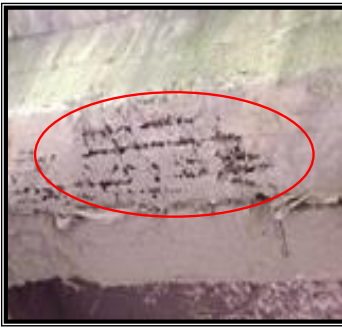

**Figura 3. Registro fotográfico puente El Quiña**





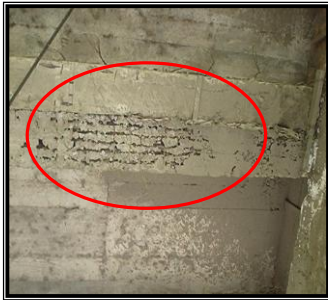

**Figura 4. Registro fotográfico puente El Quiña**

2. Puente El Atillo: Ubicado en el K2 + 900, puente en concreto, conformado por un tablero en concreto reforzado, tres vigas principales sin arriostramiento, apoyadas simplemente sobre estribos construidos en concreto ciclópeo. Data de 1946. Presenta socavación en la cimentación del estribo inferior y en el lado derecho del estribo superior, debido a que el cauce está orientado hacia ese sector. El afluente sorteado presenta una conformación rocosa de su lecho, por lo que reorientar el cauce es bastante difícil. En ambos estribos, hacia la parte inferior de los mismos, se puede observar una alta segregación de agregado grueso señalando un problema de exposición de concreto. En algunos sitios puntuales del cuerpo de los estribos se encuentran trazas de carbonatación, la que puede ser debida a la alta alcalinidad de alguno de los materiales utilizados. Su estructura principal, tableros y vigas cargueras, presentan segregación en alto porcentaje con exposición del acero de refuerzo en esos mismos sitios, denotando un mal proceso constructivo. Este puente se ha sometido a un proceso reconstructivo en el cual se han construido tres vigas principales a un lado de las existentes, como reemplazo de estas, y apoyadas sobre los mismos estribos. Estas nuevas estructuras no presentan defectos constructivos. No posee sistema de drenaje y las aguas de escorrentía superficial evacuan el puente gracias a la pendiente longitudinal del mismo. Sus bordillos se encuentran destruidos por impactos en algunos puntos específicos. La baranda metálica se encuentra totalmente destruida, con varios de sus elementos faltos y los existentes con altos signos de corrosión. Algunas


paredes de la estructura se ven contaminadas con el crecimiento de elementos como algas y otros organismos vegetales.

<b>TRABAJO DE GRADO - ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE CARRETERAS</b> <b>DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE - HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO</b>																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Departamento:</b></td> <td style="padding: 2px;">Nariño</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Municipio:</b></td> <td style="padding: 2px;">San Jose de Alban</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Referenciación:</b></td> <td style="padding: 2px;">K2 + 900</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Tipo:</b></td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; padding: 10px;"><b>PUENTE "EL ATILLO"</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;"><b>Fotografías No.:</b> 13 - 14 - 15 - 16</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;"><b>Descripción fotográfica:</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Fotografía No. 13:</td> <td style="padding: 2px;">Localización puente "El Atillo"</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Fotografía No. 14:</td> <td style="padding: 2px;">Barandas en acero en mal estado</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Fotografía No. 15:</td> <td style="padding: 2px;">Acero de refuerzo expuesto</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Fotografía No. 16:</td> <td style="padding: 2px;">Hormiguero en las vigas</td> </tr> </table>	<b>Departamento:</b>	Nariño	<b>Municipio:</b>	San Jose de Alban	<b>Referenciación:</b>	K2 + 900	<b>Tipo:</b>		<b>PUENTE "EL ATILLO"</b>		<b>Fotografías No.:</b> 13 - 14 - 15 - 16		<b>Descripción fotográfica:</b>		Fotografía No. 13:	Localización puente "El Atillo"	Fotografía No. 14:	Barandas en acero en mal estado	Fotografía No. 15:	Acero de refuerzo expuesto	Fotografía No. 16:	Hormiguero en las vigas	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>Fotografía No. 13</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>Fotografía No. 14</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>Fotografía No. 15</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>Fotografía No. 16</p>  </div> </div>
<b>Departamento:</b>	Nariño																						
<b>Municipio:</b>	San Jose de Alban																						
<b>Referenciación:</b>	K2 + 900																						
<b>Tipo:</b>																							
<b>PUENTE "EL ATILLO"</b>																							
<b>Fotografías No.:</b> 13 - 14 - 15 - 16																							
<b>Descripción fotográfica:</b>																							
Fotografía No. 13:	Localización puente "El Atillo"																						
Fotografía No. 14:	Barandas en acero en mal estado																						
Fotografía No. 15:	Acero de refuerzo expuesto																						
Fotografía No. 16:	Hormiguero en las vigas																						

**Figura 5. Registro fotográfico puente El Atillo**

TRABAJO DE GRADO - ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE CARRETERAS																							
DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE - HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="font-size: small;">Departamento:</td><td>Nariño</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Municipio:</td><td>San Jose de Alban</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Referenciacion:</td><td>K2 + 900</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Tipo:</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center; padding: 5px;"><b>PUENTE "EL ATILLO"</b></td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Fotografias No.:</td><td>17 - 18 - 19 - 20</td></tr> <tr><td colspan="2" style="font-size: small;"><b>Descripción fotográfica:</b></td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Fotografía No. 17:</td><td>se observa socavación en estibo de entrada y mala práctica constructiva</td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Fotografía No. 18:</td><td>socavación en estribo de salida</td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Fotografía No. 19:</td><td>Acero de refuerzo en vigas expuesto</td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Fotografía No. 20:</td><td>Se aprecia la espesa vegetación por la estructura del puente</td></tr> </table>	Departamento:	Nariño	Municipio:	San Jose de Alban	Referenciacion:	K2 + 900	Tipo:		<b>PUENTE "EL ATILLO"</b>		Fotografias No.:	17 - 18 - 19 - 20	<b>Descripción fotográfica:</b>		Fotografía No. 17:	se observa socavación en estibo de entrada y mala práctica constructiva	Fotografía No. 18:	socavación en estribo de salida	Fotografía No. 19:	Acero de refuerzo en vigas expuesto	Fotografía No. 20:	Se aprecia la espesa vegetación por la estructura del puente	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p style="font-size: x-small;">Fotografía No. 17</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p style="font-size: x-small;">Fotografía No. 18</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p style="font-size: x-small;">Fotografía No. 19</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p style="font-size: x-small;">Fotografía No. 20</p>  </div> </div>
Departamento:	Nariño																						
Municipio:	San Jose de Alban																						
Referenciacion:	K2 + 900																						
Tipo:																							
<b>PUENTE "EL ATILLO"</b>																							
Fotografias No.:	17 - 18 - 19 - 20																						
<b>Descripción fotográfica:</b>																							
Fotografía No. 17:	se observa socavación en estibo de entrada y mala práctica constructiva																						
Fotografía No. 18:	socavación en estribo de salida																						
Fotografía No. 19:	Acero de refuerzo en vigas expuesto																						
Fotografía No. 20:	Se aprecia la espesa vegetación por la estructura del puente																						

**Figura 6. Registro fotográfico puente El Atillo**

TRABAJO DE GRADO - ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE CARRETERAS																							
DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE - HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="font-size: small;">Departamento:</td><td>Nariño</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Municipio:</td><td>San Jose de Alban</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Referenciacion:</td><td>K2 + 900</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Tipo:</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center; padding: 5px;"><b>PUENTE "EL ATILLO"</b></td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Fotografias No.:</td><td>21 - 22 - 23 - 24</td></tr> <tr><td colspan="2" style="font-size: small;"><b>Descripción fotográfica:</b></td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Fotografía No. 21:</td><td>Bordillo destruido con aceros a la vista</td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Fotografía No. 22:</td><td>Aceros a la vista</td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Fotografía No. 23:</td><td>bordillo destruido</td></tr> <tr><td style="font-size: x-small;">Fotografía No. 24:</td><td>Estribo de salida con mala práctica constructiva</td></tr> </table>	Departamento:	Nariño	Municipio:	San Jose de Alban	Referenciacion:	K2 + 900	Tipo:		<b>PUENTE "EL ATILLO"</b>		Fotografias No.:	21 - 22 - 23 - 24	<b>Descripción fotográfica:</b>		Fotografía No. 21:	Bordillo destruido con aceros a la vista	Fotografía No. 22:	Aceros a la vista	Fotografía No. 23:	bordillo destruido	Fotografía No. 24:	Estribo de salida con mala práctica constructiva	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p style="font-size: x-small;">Fotografía No. 21</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p style="font-size: x-small;">Fotografía No. 22</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p style="font-size: x-small;">Fotografía No. 23</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p style="font-size: x-small;">Fotografía No. 24</p>  </div> </div>
Departamento:	Nariño																						
Municipio:	San Jose de Alban																						
Referenciacion:	K2 + 900																						
Tipo:																							
<b>PUENTE "EL ATILLO"</b>																							
Fotografias No.:	21 - 22 - 23 - 24																						
<b>Descripción fotográfica:</b>																							
Fotografía No. 21:	Bordillo destruido con aceros a la vista																						
Fotografía No. 22:	Aceros a la vista																						
Fotografía No. 23:	bordillo destruido																						
Fotografía No. 24:	Estribo de salida con mala práctica constructiva																						

**Figura 7. Registro fotográfico puente El Atillo**

3. Puente El Balso: Ubicado en el K4 + 500, puente en concreto, conformado por un tablero en concreto reforzado, dos vigas principales sin arriostramiento, apoyadas simplemente sobre estribos construidos en concreto ciclópeo. Data de 1946. Presenta socavación en la cimentación del estribo



superior lado izquierdo y derecho, debido a que el cauce está orientado hacia ese sector. El afluente sorteado presenta una conformación rocosa de su lecho, por lo que reorientar el cauce es bastante difícil. Presenta señales de carbonatación en varios sectores del cuerpo de los estribos, el tablero y las vigas principales. En la superestructura, vigas y tablero, se observan oquedades y hormigueros por las cuales queda expuesto el acero de refuerzo. El tablero presenta exposición del acero de refuerzo en un área importante, la cual ha sido sometida a reparación (repello del área), aunque algunas zonas aún siguen desprotegidas. Los bordillos presentan deterioro por fallas producidas por impactos. Algunas paredes de la estructura están contaminadas con el crecimiento de elementos como algas y otros organismos vegetales. No posee cunetas de derrame lateral por lo que las aguas de escorrentía, provenientes de las vías aledañas de acceso al puente, están provocando erosión en los taludes laterales lo que a su vez provoca arrastre de material hacia la fuente hídrica sorteada.

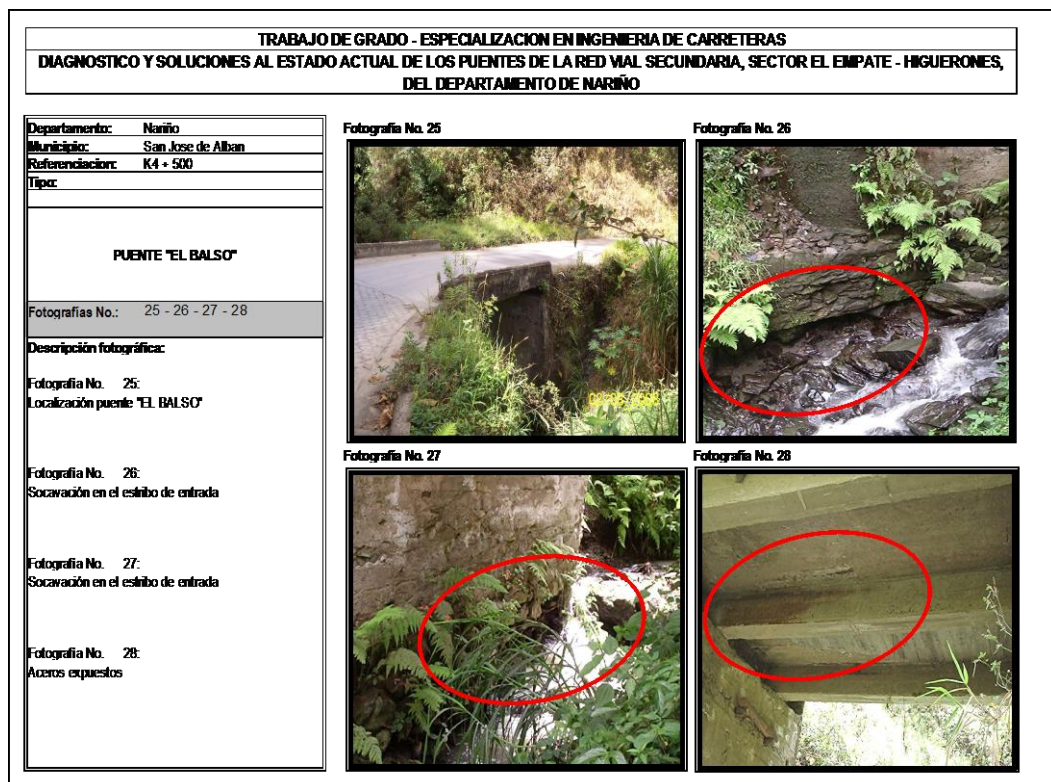
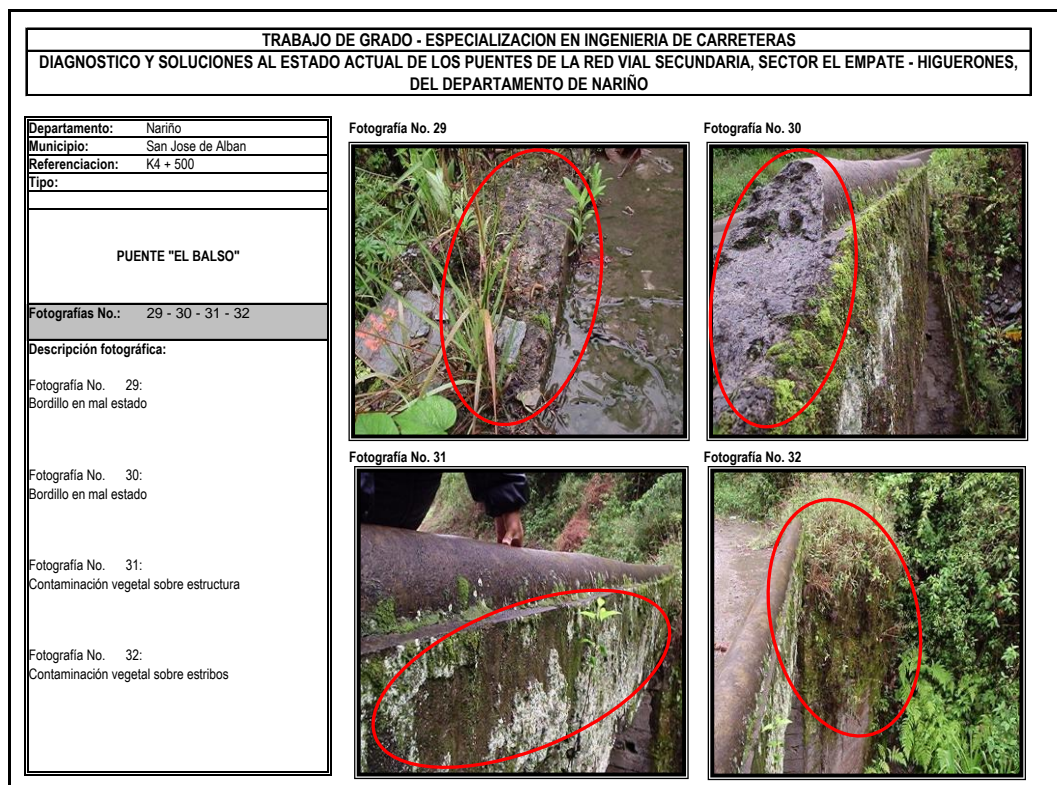
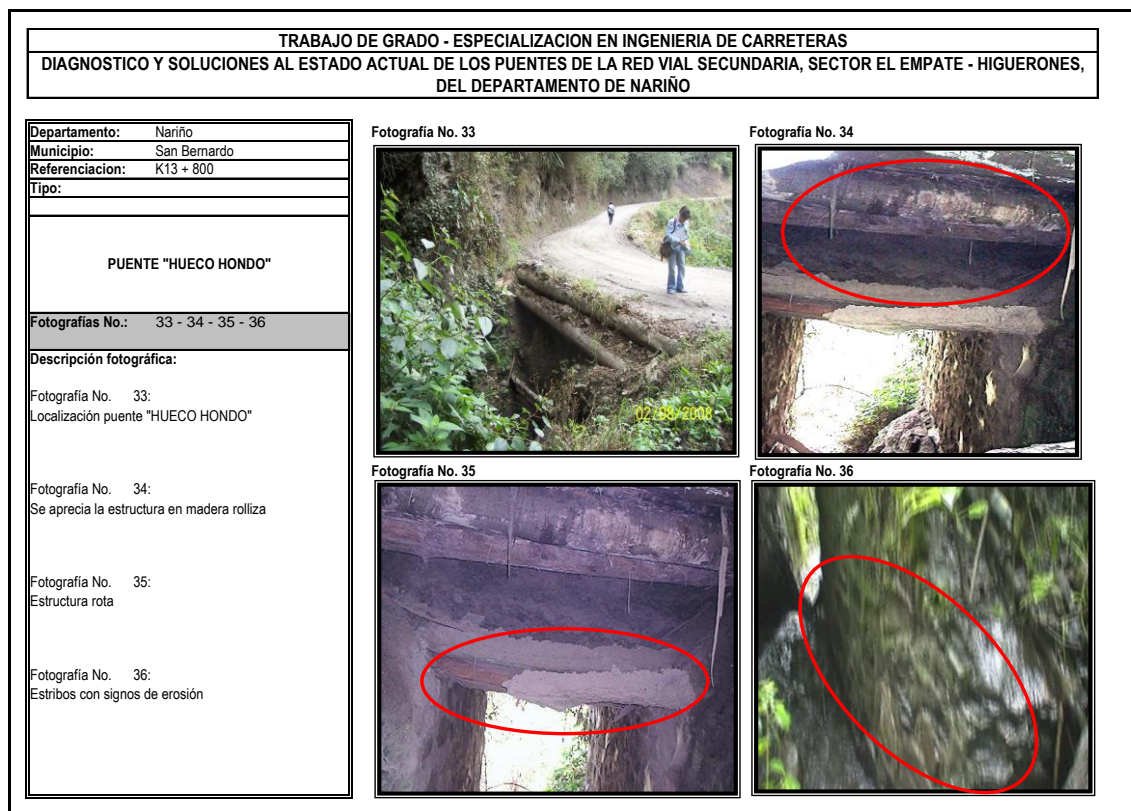


Figura 8. Registro fotográfico puente El Balso



**Figura 9. Registro fotográfico puente El Balso**

4. Puesto Huelo Hondo: Se ubica en el K13 + 800, y Se trata de una estructura de paso, a manera de puente, conformada por madera rolliza, de diámetro 60 cm. Aproximadamente, que juega el papel de vigas de apoyo, pero sin tablero de estructura alguna. Las vigas de madera se apoyan simplemente sobre estribos construidos en concreto ciclópeo. Data de 1946. El estado actual es crítico. Presenta señales de una pequeña socavación en la cimentación del estribo superior, debido a que el cauce está orientado hacia ese sector. No posee superestructura como tal. Algunas de las vigas de madera rolliza, que conforman esta estructura, están fracturadas y aquellas en buen estado presentan flexionamientos apreciables con el pasar de los vehículos. El puente no posee bordillos, ni barandas, ni estructuras para derrames de aguas de escorrentía. En los taludes laterales se puede observar socavación apreciable con arrastre de material.



**Figura 10. Registro fotográfico puente Hueco Hondo**

5. Puente Providencia: Situado en el K14 + 900, puente en concreto, conformado por un tablero en concreto reforzado, tres vigas principales sin arriostramiento, apoyadas simplemente sobre estribos construidos en concreto ciclópeo. Data de 1946. Luz libre 10 m. Presenta socavación en la cimentación del estribo superior, hacia su lado izquierdo, debido a que el cauce está orientado hacia ese sector. Sobre el cuerpo de los estribos se puede observar descascamientos apreciables y signos de alta carbonatación. Tanto en el tablero como en las vigas principales se puede observar el acero de refuerzo, el cual, a su vez presenta altos signos de corrosión. En la viga principal izquierda, hacia su extremo inferior, se puede observar una falla apreciable por cortante, con acero de refuerzo expuesto y con indicios de corrosión. El concreto conformante de esta viga se desprende con mucha facilidad. No posee cunetas ni canales de derrame, por lo que existen signos evidentes de socavación de los taludes de entrada, sobretodo de los inferiores. El acceso superior del puente se encuentra pavimentado, por lo que el agua de escorrentía proveniente de este sector, debido a su abundancia, genera socavación tanto en los taludes de entrada como en el lecho del río. No posee junta de expansión entre el pavimento existente y la losa del puente, por lo que el impacto de los vehículos que ingresan han producido el daño de la losa. El bordillo derecho presenta una falla por impacto en su extremo inferior.

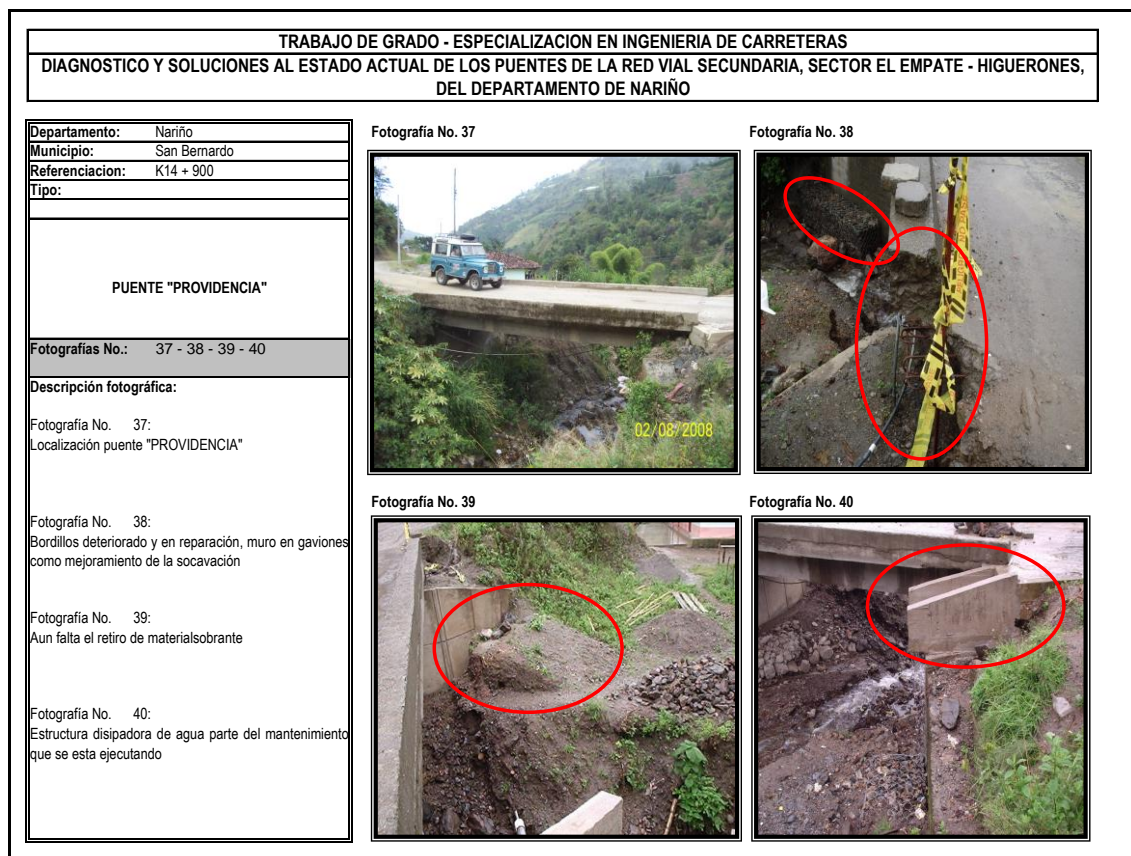


Figura 11. Registro fotográfico puente Providencia

6. Puente Cueva Vieja: situado en el K18 + 400, puente en concreto, conformado por un tablero en concreto reforzado, tres vigas principales con viga central de arriostramiento. Las vigas principales se apoyan simplemente sobre estribos construidos en concreto ciclópeo. Data de 1946. Luz libre 16 m.

Es un puente que presenta un afluente de bajo caudal, con alta presencia de material de arrastre que ayuda a proteger la cimentación de una posible socavación. Hay presencia de socavación de los taludes laterales en los accesos debido a la inexistencia de cunetas y canales de derrame que están afectando, pero en bajo porcentaje, las aletas del puente. Cabe anotar que las dimensiones de los estribos y las aletas son bastante considerables por lo que la afecciones por socavación no son trascendentales pero si deben considerarse. Tanto el cuerpo de los estribos, aletas y paneles laterales de la losa se encuentran contaminados con material vegetal. Los tubos de drenaje se encuentran taponados y tiene poca longitud, lo que provoca el derrame de agua de escorrentía al cuerpo del tablero. En la viga central se puede observar una pequeña oquedad, con acero expuesto, con signos de corrosión. La estructura del puente se encuentra en buenas condiciones. Los bordillos se encuentran contaminados con material vegetal orgánico. En el sitio de apoyo de las vigas se presentan fracturamientos del estribo por aplastamiento local. Esto debido a la falta de elementos de apoyo como tiras de neopreno.





TRABAJO DE GRADO - ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE CARRETERAS																							
DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE - HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="font-size: small;">Departamento:</td><td>Nariño</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Municipio:</td><td>San Bernardo</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Referenciación:</td><td>k18 + 800</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Tipo:</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center; padding: 10px;"><b>PUENTE "CUEVA VIEJA"</b></td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Fotografías No.:</td><td>41 - 42 - 43 - 44</td></tr> <tr><td colspan="2" style="font-size: small;"><b>Descripción fotográfica:</b></td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Fotografía No. 41:</td><td>Localización puente "CUEVA VIEJA"</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Fotografía No. 42:</td><td>Contaminación vegetal sobre estribo</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Fotografía No. 43:</td><td>Descascaramiento del estribo</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Fotografía No. 44:</td><td>Socavación</td></tr> </table>	Departamento:	Nariño	Municipio:	San Bernardo	Referenciación:	k18 + 800	Tipo:		<b>PUENTE "CUEVA VIEJA"</b>		Fotografías No.:	41 - 42 - 43 - 44	<b>Descripción fotográfica:</b>		Fotografía No. 41:	Localización puente "CUEVA VIEJA"	Fotografía No. 42:	Contaminación vegetal sobre estribo	Fotografía No. 43:	Descascaramiento del estribo	Fotografía No. 44:	Socavación	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>Fotografía No. 41</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>Fotografía No. 42</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>Fotografía No. 43</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>Fotografía No. 44</p>  </div> </div>
Departamento:	Nariño																						
Municipio:	San Bernardo																						
Referenciación:	k18 + 800																						
Tipo:																							
<b>PUENTE "CUEVA VIEJA"</b>																							
Fotografías No.:	41 - 42 - 43 - 44																						
<b>Descripción fotográfica:</b>																							
Fotografía No. 41:	Localización puente "CUEVA VIEJA"																						
Fotografía No. 42:	Contaminación vegetal sobre estribo																						
Fotografía No. 43:	Descascaramiento del estribo																						
Fotografía No. 44:	Socavación																						

Figura 12. Registro fotográfico puente Cueva Vieja





TRABAJO DE GRADO - ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE CARRETERAS																							
DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE - HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="font-size: small;">Departamento:</td><td>Nariño</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Municipio:</td><td>San Bernardo</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Referenciación:</td><td>K18 + 400</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Tipo:</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center; padding: 10px;"><b>PUENTE "CUEVA VIEJA"</b></td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Fotografías No.:</td><td>45 - 46 - 47 - 48</td></tr> <tr><td colspan="2" style="font-size: small;"><b>Descripción fotográfica:</b></td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Fotografía No. 45:</td><td>Deterioro de bordillos y presencia de barro sobre placa</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Fotografía No. 46:</td><td>Acero de refuerzo expuesto</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Fotografía No. 47:</td><td>Taponamiento del drenaje del puente</td></tr> <tr><td style="font-size: small;">Fotografía No. 48:</td><td>Contaminación por cobertura vegetal en los estibos del puente</td></tr> </table>	Departamento:	Nariño	Municipio:	San Bernardo	Referenciación:	K18 + 400	Tipo:		<b>PUENTE "CUEVA VIEJA"</b>		Fotografías No.:	45 - 46 - 47 - 48	<b>Descripción fotográfica:</b>		Fotografía No. 45:	Deterioro de bordillos y presencia de barro sobre placa	Fotografía No. 46:	Acero de refuerzo expuesto	Fotografía No. 47:	Taponamiento del drenaje del puente	Fotografía No. 48:	Contaminación por cobertura vegetal en los estibos del puente	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>Fotografía No. 45</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>Fotografía No. 46</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>Fotografía No. 47</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>Fotografía No. 48</p>  </div> </div>
Departamento:	Nariño																						
Municipio:	San Bernardo																						
Referenciación:	K18 + 400																						
Tipo:																							
<b>PUENTE "CUEVA VIEJA"</b>																							
Fotografías No.:	45 - 46 - 47 - 48																						
<b>Descripción fotográfica:</b>																							
Fotografía No. 45:	Deterioro de bordillos y presencia de barro sobre placa																						
Fotografía No. 46:	Acero de refuerzo expuesto																						
Fotografía No. 47:	Taponamiento del drenaje del puente																						
Fotografía No. 48:	Contaminación por cobertura vegetal en los estibos del puente																						

Figura 13. Registro fotográfico puente Cueva Vieja

7. Puente La Vega: Se sitúa en el K18 + 800 y en el momento se encuentra colapsado. Este puente colapso en el mes de Abril del año 2008. La causa se determinó por la socavación en la cimentación superior y el consecuente volcamiento de los estribos. De su estructura se puede distinguir una losa en concreto, tres vigas principales con viga central de arriostramiento. La estructura interna de los estribos indica que fueron construidos en concreto ciclópeo, con una baja proporción de cemento. A pesar de que existe una buena cantidad de material de arrastre sobre el afluente sorteado, el mismo se ha acumulado hacia el sector central del puente, reorientando el cauce hacia la cimentación del estribo colapsado.

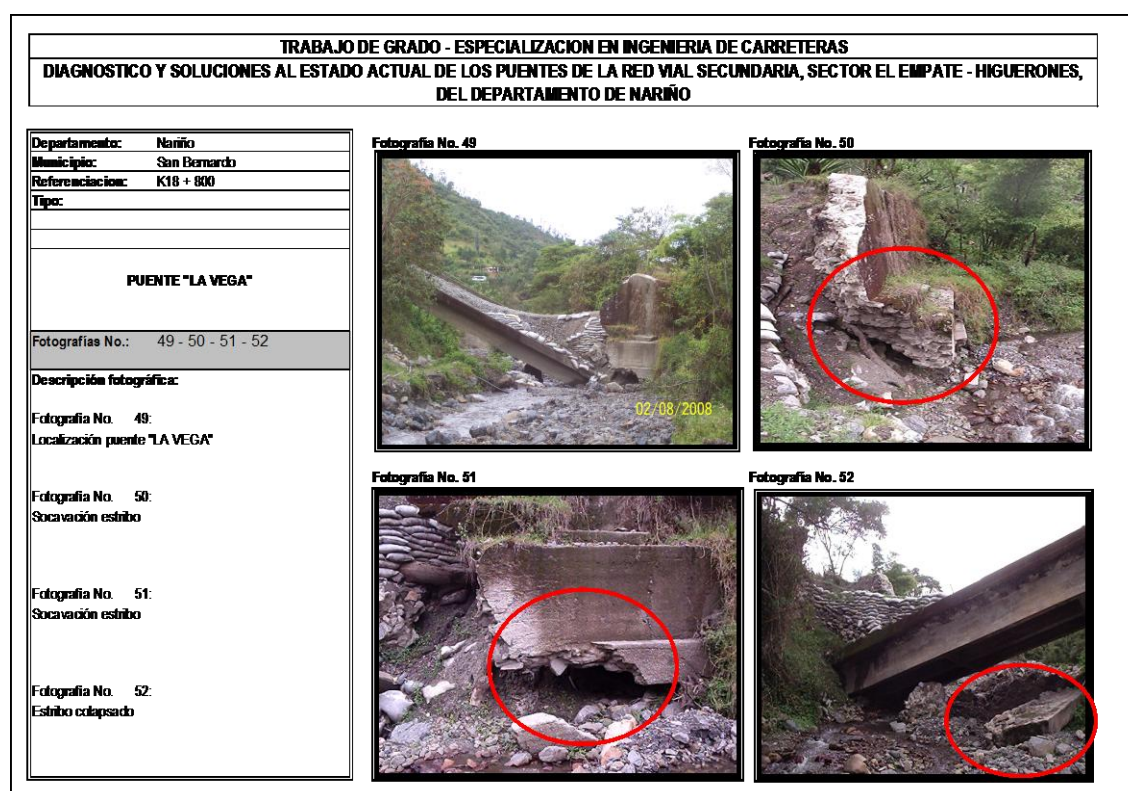


Figura 14. Registro fotográfico puente La Vega

8. Puente Petacas: Situado en el K21 + 500, puente en concreto, conformado por un tablero en concreto reforzado, tres vigas principales con viga central de arriostramiento. Las vigas principales se apoyan simplemente sobre estribos construidos en concreto ciclópeo. La altura de los estribos es considerable pues supera los 8 m. y uno de ellos, el superior, presenta un agrietamiento vertical bastante apreciable a nivel central de su cuerpo. La cimentación de este último estribo presenta una gran socavación, lo que se ve reflejado en el fisuramiento que presenta su cuerpo. Este problema se debe, principalmente a la orientación que presenta el cauce del afluente, la misma que a su vez se presenta por la presencia de rocas de gran tamaño que impiden el correr del agua por el sector central del puente. Esta situación no es reciente, prueba de ello es el sistema aporricado que se ha construido sobre el estribo superior con el fin de brindar sustento a la estructura principal del puente, sin embargo, dicha estructura esta cimentada sobre la zarpa del

cimiento socavado. Por otro lado, los estribos y sus aletas presentan una notable contaminación con materia vegetal, ramas y arbustos. De igual manera sucede con los bordillos y gran parte de la zona lateral del tablero. En el cuerpo del estribo fisurado puede distinguirse señales de carbonatación. Los tubos de drenaje están taponados y no poseen la longitud suficiente. Al no poseer cunetas y canales de derrame lateral, las aguas de escorrentía, provenientes de las vías aledañas de acceso al puente, están provocando la erosión de los taludes laterales, lo cual está acrecentando el problema de la socavación, debido al material de arrastre de aquí proveniente. La estructura del puente como tal se encuentra en buen estado. Posee bordillos en concreto reforzado, pero hay ausencia de baranda y señalización.



Figura 15. Registro fotográfico puente Petacas

9. Puente Jalisco: Puente en bóveda de concreto, situado en el K32 + 100 Construido en su totalidad en concreto ciclópeo. Luz libre 6 m. Presenta signos de socavación hacia el lado derecho del estribo superior, debida, principalmente, a la orientación del cauce hacia este sitio. La estructura de bóveda que conforma el cuerpo del puente presenta altos signos de carbonatación, no así las paredes laterales de los estribos. Estas últimas presentan alta contaminación de material vegetal orgánico y ramas. Existe alta presencia de material de arrastre en los taludes laterales del puente debido a la carencia de cunetas y canales de derrame, sobre todo en los taludes del lado izquierdo. El puente no posee estructuras de drenaje, ni bordillos, ni baranda de ningún tipo. En la cimentación del estribo superior lado derecho se puede

observar el concreto expuesto y gran parte de los agregados, conformantes del mismo, a la vista.


<b>TRABAJO DE GRADO - ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE CARRETERAS</b> <b>DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE - HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO</b>		
<b>Departamento:</b> Nariño <b>Municipio:</b> La Cruz <b>Referenciación:</b> K 32 + 100 <b>Tipo:</b>  <p style="text-align: center;"><b>PUENTE "JALISCO"</b></p>	<b>Fotografía No. 57</b> 	<b>Fotografía No. 58</b> 
<b>Fotografías No.:</b> 57 - 58 - 59 - 60 <b>Descripción fotográfica:</b> <b>Fotografía No. 57:</b> Localización puente "JALISCO"	<b>Fotografía No. 59</b> 	<b>Fotografía No. 60</b> 
<b>Fotografía No. 58:</b> Material sedimentado	<b>Fotografía No. 59:</b> Socavación estribo de salida	<b>Fotografía No. 60:</b> Contaminación (carbonatación)

Figura 16. Registro fotográfico puente Jalisco





Figura 17. Registro fotográfico puente Jalisco

10. Puente La Valvanera: Situado en el K34 + 700, puente en concreto, conformado por un tablero en concreto reforzado. Ha sido sometido a proceso de reconstrucción en el cual se adosaron tres vigas nuevas al tablero existente apoyadas simplemente sobre estribos en concreto ciclópeo. Presenta fisuraciones verticales en los dos estribos en los sectores de apoyo de las vigas, además de una falla prominente en el tablero. Las fisuraciones de los estribos provienen de causas diferentes a la socavación, pues no existe signo de la misma en ningún punto de la cimentación, salvo una menor en el cuerpo del estribo inferior. Estas fisuras se presentan, ante todo, en el punto de apoyo de las vigas con el estribo. Se pueden observar piedras de gran tamaño haciendo parte de la estructura, señalando la mala práctica constructiva. El tablero del puente presenta un sector demolido totalmente el cual ha tratado de remediarse con la colocación de algunas barras de refuerzo y sobretamaños a fin de obstruir el hueco generado. No posee cunetas ni canales de derrame lo que genera material de arrastre en los taludes laterales sobre todo en el lado izquierdo. El puente no posee tubos para el drenaje de aguas superficiales.

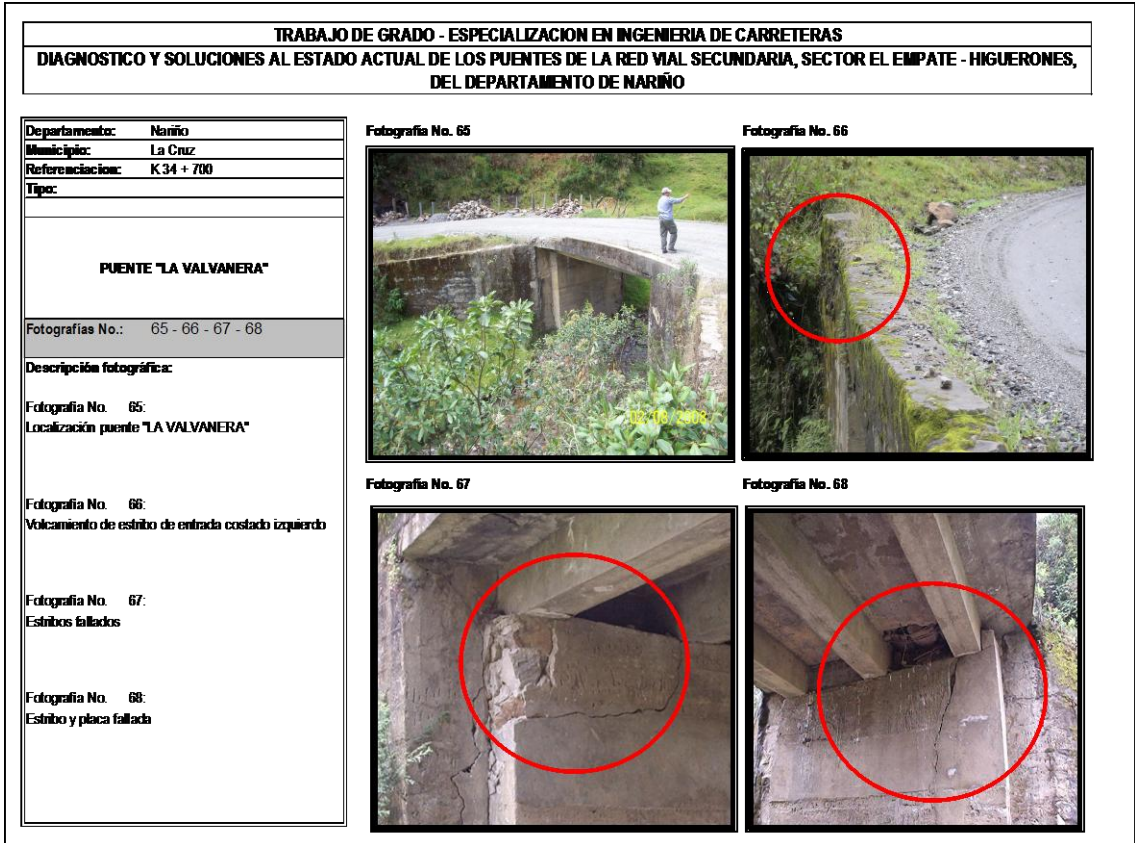


Figura 18. Registro fotográfico puente La Valvanera

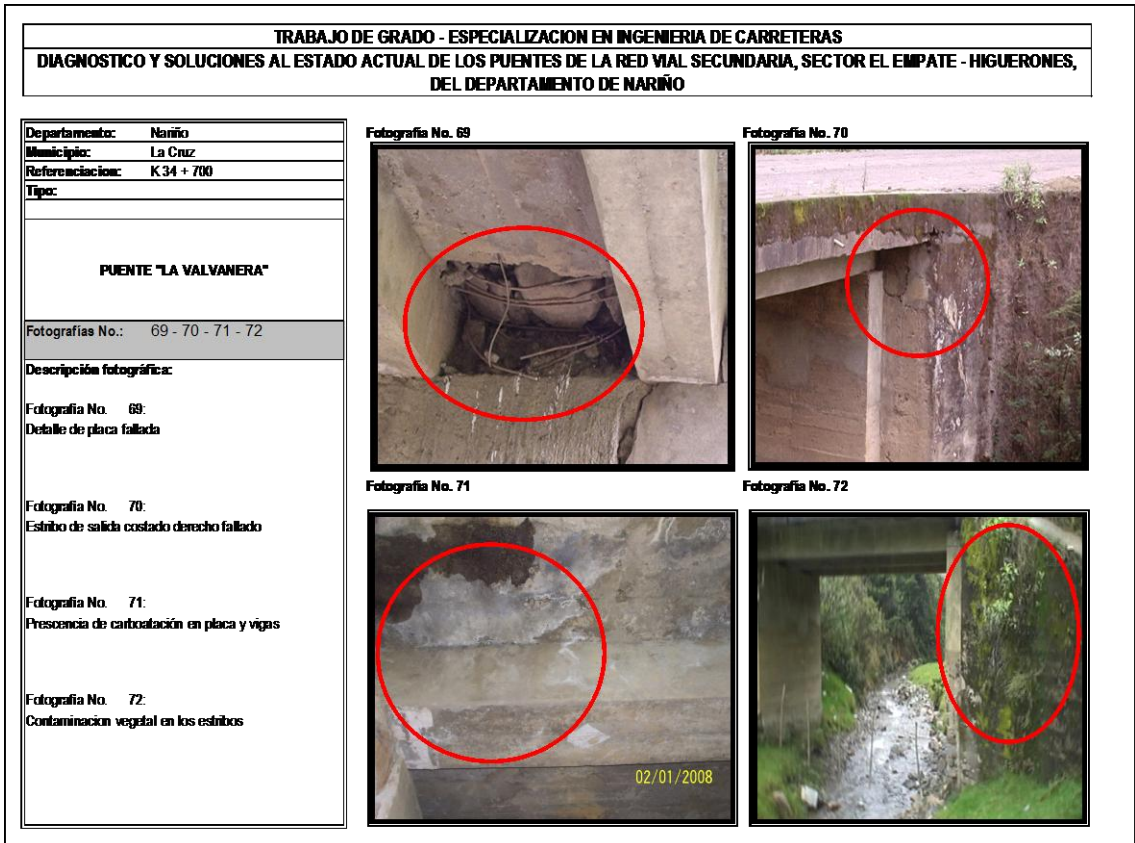


Figura 19. Registro fotográfico puente La Valvanera

11. Puente La Cabaña: se sitúa en el K36 + 500, puente en concreto, conformado por un tablero en concreto reforzado, tres vigas principales con viga central de arriostramiento. Las vigas principales se apoyan simplemente sobre estribos construidos en concreto ciclópeo. Fué sometido a proceso de reconstrucción en el año 2007, en el cual se ha construido un sistema aporcado adosado al estribo inferior existente que sirve de apoyo a toda la estructura inferior del puente. Además se han construido obras de alivio y recalces en las cimentaciones. Hay signos importantes de socavación en el estribo superior ya que el cauce está dirigido a este sector. Dicha socavación ha producido la exposición de los agregados conformantes del concreto de la cimentación. Aguas arriba del estribo superior existe una importante área socavada, la cual está afectando de manera importante la cimentación de dicho estribo, sobre todo por el redireccionamiento que genera sobre la corriente de agua y, además, por el arrastre de materiales producto de esta socavación. Los tubos de drenaje no poseen la suficiente longitud, lo que produce el derrame de aguas superficiales sobre la estructura del puente.



Figura 20. Registro fotográfico puente La Cabaña

12. Puente La Chorrera: Situado en el K62 + 800, puente en concreto, conformado por un tablero en concreto reforzado, tres vigas principales sin arriostramiento, apoyadas simplemente sobre estribos construidos en concreto ciclópeo. Data de 1946. Luz libre 6 m. Posee altos signos de carbonatación tanto en el tablero como en las vigas principales. En muchos sectores de esta

estructura se puede observar el acero expuesto y predispuesto a una futura corrosión. La viga central presenta fisuras longitudinales indicadoras de una falla por flexión en el elemento estructural. No existe socavación en la cimentación debido al excelente suelo de fundación del puente. No posee tubos de drenaje lo que provoca que el agua se deslice sobre el cuerpo del tablero. El cuerpo de los estribos poseen baja contaminación con material orgánico, pero se hace necesaria su limpieza. La baranda metálica se encuentra totalmente deteriorada, corroída y con varios de sus elementos inexistentes.

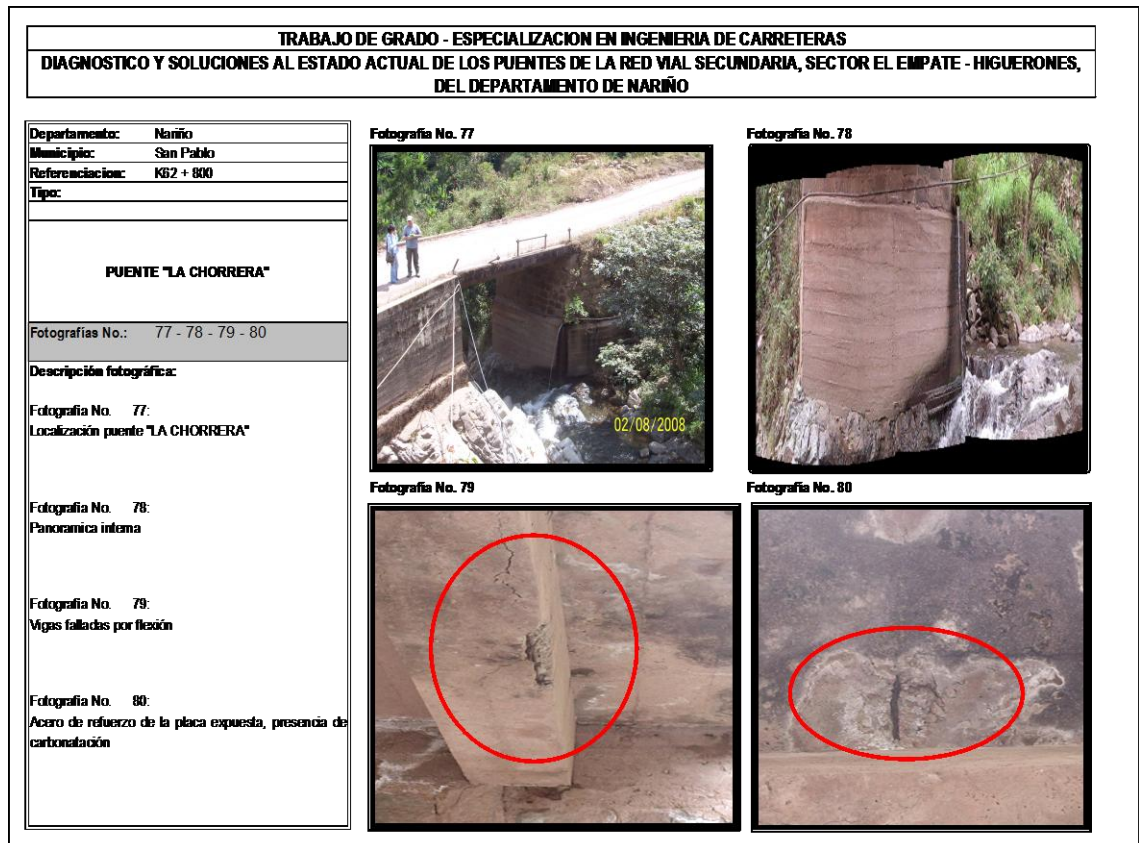


Figura 21. Registro fotográfico puente La Chorrera

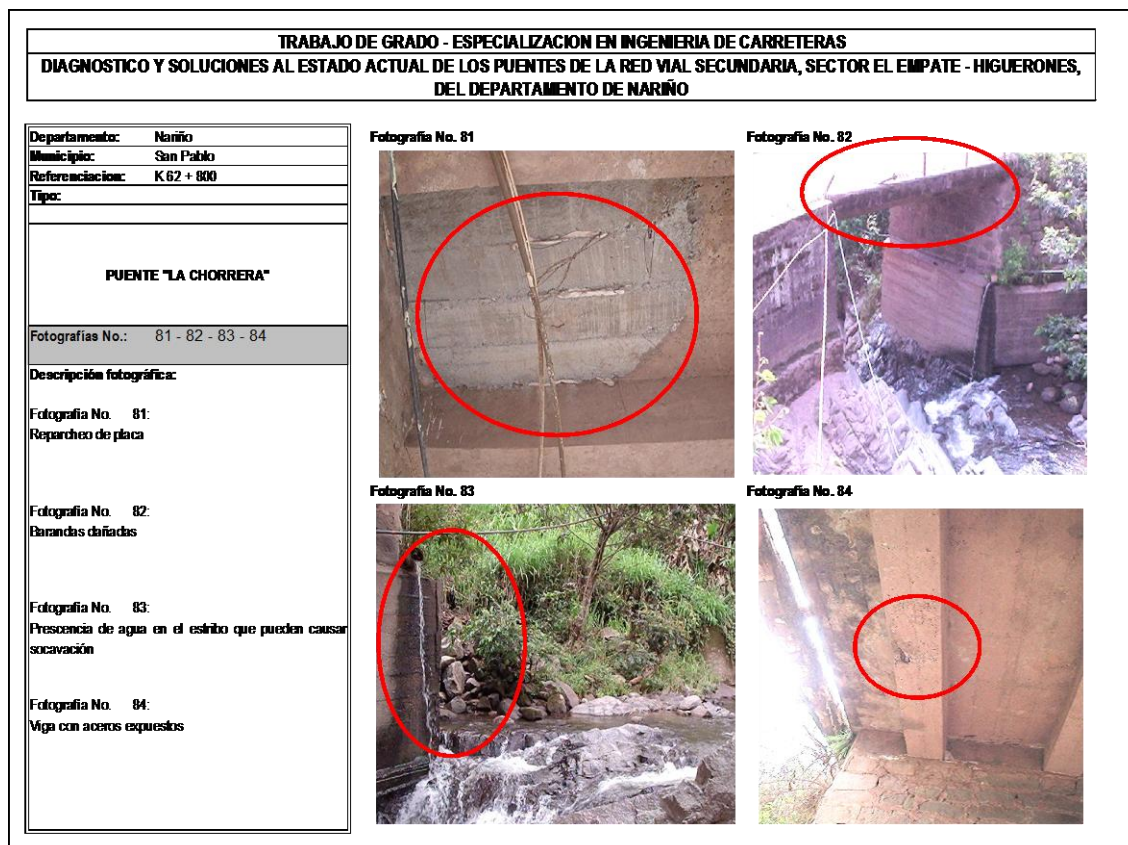


Figura 22. Registro fotográfico puente La Chorrera

### 3.2 INFORMES DE INSPECCIÓN PRELIMINAR DE LOS PUENTES DEL NORTE, SECTOR EL EMPATE - HIGUERONES

La información pertinente a la inspección de las estructuras mencionadas se anexa al presente estudio en formatos que han sido creados para tal fin. En ellos se ha tratado de extraer los principales daños presentados, su ubicación y la dimensión que estos presentan en la actualidad.

### 3.3 DIAGNOSTICO Y SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS

De la información capturada en terreno y plasmada en los formatos de inspección, se puede proceder dictaminar el resultado de los daños encontrados y formular la eventual solución, discutible en todo caso, pues dependerá del punto de vista técnico, funcional y/o económico con que cada inspector aplique dichas soluciones.

Para el presente trabajo se tiene:

1. Puente el Quiña: De acuerdo a los daños y problemas encontrados se concluye que la estructura no debe someterse a labores mayores de reparación. De acuerdo con el nivel de atención que se propone este estudio se encontraría en NIVEL AMARILLO y se le realizarán labores de Mantenimiento.

2. El Atillo: De acuerdo a la inspección, el puente presente problemas que deben atenderse de manera inmediata: la socavación pronunciada en los estribos ha de arreglarse urgentemente para evitar un posible volcamiento de la estructura. El puente necesita someterse a labores de reparación y de arreglo en varios de sus aspectos. Se clasifica en NIVEL AMARILLO y deben realizarse labores de reparación y mantenimiento.
3. El Balso: Presenta problemas importantes de socavación que deben atenderse inmediatamente. El tablero de concreto tiene el acero de refuerzo expuesto. A pesar de que ha sido sometido a algunas labores de reparación, este daño solo es recuperable a través de la reconstrucción de esta estructura. Se clasifica en NIVEL AMARILLO y se someterá a labores de reparación y mantenimiento.
4. Puente Hueco Hondo: Es una estructura que debe someterse a un proceso constructivo total. Al momento no presenta problemas con el tránsito vehicular, aunque es probable que no esté capacitado para resistir cargas de gran tamaño. Se clasifica en NIVEL ROJO y se someterá a un proceso de sustitución.
5. Providencia: En el momento se encuentra en reparación. De acuerdo a la inspección realizada por el grupo, se determinó que el puente se debe someter a un reforzamiento de la estructura. Se clasifica en NIVEL ROJO, pero depende de las labores que se ejecutarán sobre él si este nivel cambia o no.
6. Cueva vieja: Es un puente que se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento. Presenta una pequeña socavación que no reviste mayor importancia pero que da indicios de que el cauce del puente debe reorientarse hacia el sector central del mismo. Las paredes de los estribos presentan descascaramiento en varias zonas producto de una mezcla de concreto de baja calidad, sin embargo, estructuralmente está funcionando adecuadamente. Se clasifica en NIVEL AMARILLO y se someterá a labores de mantenimiento.
7. La Vega: Puente colapsado. El cauce actual se debe reorientar hacia el sector central del puente para evitar socavaciones en puntos específicos. Las cimentaciones deben protegerse adecuadamente con gaviones o bolsacretos. El puente debe construirse siguiendo las últimas normas y especificaciones emanadas por el ministerio del Transporte. Este es un claro ejemplo del descuido al que se encuentran expuestas las estructuras inspeccionadas. Se encuentra en NIVEL ROJO y se someterá a proceso de sustitución.
8. Petacas: En el momento se encuentra en reparación. De acuerdo a la inspección realizada por el grupo, se determinó que el puente debió someterse a labores de reparación. Se clasifica en NIVEL AMARILLO. Falta aún completar algunas labores de mantenimiento como limpieza del tablero del puente, construcción de cunetas de entrada y dissipadores, construcción de una baranda de protección.

9. Jalisco: Es un puente que presenta socavación en uno de sus estribos debido a la orientación del cauce hacia el sector afectado. El afluente debe reorientarse hacia el sector central para lo cual se debe excavar el área ubicada 50 m. Aguas arriba y abajo del puente. El cuerpo total del puente presenta signos de carbonatación pero no ha afectado el funcionamiento estructural del mismo. Se Debe construir varias obras menores que alivianen los problemas laterales de socavación y de arrastre de material. Se clasifica en NIVEL AMARILLO y se someterá a labores de mantenimiento.

10. La Valvanera: Es un puente que presenta problemas muy graves de funcionamiento estructural, evidenciados en el fisuramiento vertical de los estribos, justo en los puntos de apoyo de las vigas con ellos. En el sector inferior derecho se puede observar la desalineación vertical del estribo indicando el inminente giro de la estructura y su posible falla por torsión. El tablero del puente ha colapsado en su parte superior derecha y por lo tanto debe reconstruirse. Se clasifica en NIVEL ROJO y debe someterse a labores de sustitución.

11. La Cabaña: Este puente fue sometido a labores de reparación, pero aún quedan labores pendientes tendientes a alargar su vida útil. El talud superior derecho, aguas arriba de la estructura, debe protegerse con estructuras en gaviones revestidos y la aleta superior izquierda debe recalzarse en concreto ciclópeo. Se clasifica en NIVEL AMARILLO y se someterá a labores de reparación.

12. La Chorrera: Es un puente que presenta un problema grave en su funcionamiento, pues una de sus vigas presenta una falla importante por flexión, evidenciando la terminación de la vida útil de dicha estructura. Varios sectores presentan exposición de acero por lo que debe someterse a labores de reparación. Se encuentra clasificado en NIVEL ROJO y se le realizarán labores de sustitución.

### **3.4 DESCRIPCIÓN DE LAS REPARACIONES A EFECTUAR**

A continuación se describen las acciones más comunes que se realizarán a los puentes auscultados. En algunos se realizarán en conjunto, en otros variaciones de las mismas, pero todas ellas encaminadas al mejoramiento de las condiciones actuales de los puentes:

- Desgaste de la superficie de rodamiento: debe tratarse con un recubrimiento en un espesor mínimo de 3 cm., con concreto hidráulico, utilizando un adhesivo epóxico de alta calidad que permita la fijación de la superficie existente con el nuevo material. Se deberá verificar tanto las pendientes longitudinales como las transversales para colocar espesores de material que permitan la libre evacuación de las aguas de escorrentía superficial. Puede también utilizarse mezcla asfáltica y es más recomendable, pues la apertura al tráfico es inmediata sin provocar obstrucción vehicular.

- Gaviones: Se deben construir estructuras de contención y protección en aquellos puntos en donde la corriente del afluente pueda producir socavación. Las paredes de los gaviones expuestas al golpe de la corriente deberán protegerse utilizando una pantalla en concreto simple.
- Contaminación con material vegetal: Las superficies expuestas, que se encuentren contaminadas, deberán limpiarse adecuadamente de material orgánico vegetal que propicie la aparición de algas, musgos u otras materias extrañas que redunden negativamente en la vida útil del puente. Se limpiará utilizando cepillos de alambre y una solución acuosa no ácida.
- Desgaste de la superficie y desportillamientos: Una vez limpias las zonas de contaminación, se verificarán aquellas en donde se presenten desgastes de la superficie y pequeños desmoronamientos, fallas que se recuperarán con la utilización del mortero o concreto epóxico.
- Desportillamientos mayores: En aquellos puntos en donde los desportillamientos sean de tal magnitud que ameriten el complemento de la estructura afectada, este se realizará utilizando concretos de resistencia mayor o igual a 3000 psi, utilizando adhesivos epóxicos que permitan la fijación de los nuevos materiales al existente.
- Taponamiento e incremento de la longitud del drenaje: Los drenes deben limpiarse en su totalidad y rehacerlos al servicio. La longitud de los mismos ha de incrementarse para evitar que el agua de escorrentía contamine la estructura.
- Recubrimiento inadecuado: La solución para este tipo de problemas es la reconstrucción del elemento afectado. Si la exposición es mínima debe curarse con un concreto epóxico de buena adherencia. Si la exposición se presenta en un área considerable la reconstrucción del elemento es obligatoria.
- Obstrucción del cauce: Debe proceder a limpiarse los cauces aguas arriba y abajo del puente en cuestión, así mismo el área comprendida entre los estribos de apoyo, para permitir el paso libre de posteriores acumulaciones de material sólido. Se deben construir estructuras de protección tipo gaviones como solución preventiva de la socavación local en puntos específicos de la cimentación.
- Socavación: Generalmente son las cimentaciones de los estribos las que adolecen de este mal producto del golpe continuo de la corriente sobre ellos. Su reparación se efectúa a través de recalces con concreto ciclópeo
- Limpieza manual de concretos a la vista: La contaminación generada por presencia de materiales orgánicos vegetales debe retirarse pues estos



generan incremento de humedad, contaminación con elementos ácidos, u otros factores que puedan redundar negativamente en la vida útil de la estructura. Como su nombre lo indica, la limpieza debe realizarse por medios mecánicos manuales utilizando cepillos y gratas de acero y agua limpia.

- Disipadores y cunetas de derrame: Se deben construir en los puntos de acceso de las aguas provenientes de las vías de acceso al puente. Su construcción será en concreto reforzado y deberán localizarse de tal manera que el agua se derrame al cuerpo de agua.
- Rocería y desmonte: Las áreas aledañas al puente deben limpiarse de arbustos, ramas y vegetación que pueda cubrir dichas áreas y eventualmente producir taponamiento en los sitios de libre escurrimiento.
- Limpieza de la superficie de la losa: Cuando los accesos al puente aún se encuentran sin pavimentar, generalmente el material de arrastre se deposita en la losa del puente, produciendo, a parte de un peso adicional a la estructura, el taponamiento del drenaje de la misma. Así mismo, ese material ayuda al crecimiento de otras partículas que propenden al degeneramiento de las estructuras.
- Señalización: Es importante la colocación de señales, tanto preventivas como informativas, de manera que se indique la existencia de una estructura de paso y la carga máxima soportable por la misma.
- Baranda: Este elemento es importante para garantizar la seguridad de los peatones, ante todo. Sin embargo, cuando se trata de puentes de gran altura, deberán construirse en concreto reforzado y serán protección para todo tipo de usuarios, tanto vehiculares como peatonales.

### **3.5 PRESUPUESTOS DE OBRAS A EFECTUAR**

Se presentan a continuación la evaluación económica para cada puente, de acuerdo con los precios actuales del mercado:

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
Especialización en ingeniería de carreteras

DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE –  
HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

**CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS**

PUENTE EL QUIÑA					
ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	V/ UNITARIO	V/ PARCIAL
1,2	Limpieza manual de concretos a la vista	m2	85,50	\$ 8.434,00	\$ 721.107,00
2,1	Gaviones	m3	13,00	\$ 100.545,00	\$ 1.307.085,00
2,3	Recalce de cimentación en concreto ciclopeo	m3	9,00	\$ 313.216,00	\$ 2.818.944,00
2,5	Disipador ancho=0.60 m espesor paredes = 0.10 m	ml	18,50	\$ 133.085,00	\$ 2.462.072,50
2,7	Rocería y desmonte	ha	1,50	\$ 485.248,00	\$ 727.872,00
3,1	Excavación estructural a mano en material comun seco	m3	71,80	\$ 10.359,00	\$ 743.776,20
3,2	Concreto ciclopeo clase F (f'c=min 17.5 Mpa)	m3	10,70	\$ 208.185,00	\$ 2.227.579,50
3,3	Tubería en concreto simple diametro=24" (incluye solados y atraques)	ml	15,00	\$ 164.768,00	\$ 2.471.520,00
3,4	Rellenos en material seleccionado	m3	23,00	\$ 14.165,00	\$ 325.795,00
3,5	Relleno compactado material del sitio seleccionado	m3	3,60	\$ 6.535,00	\$ 23.526,00
4,1	Limpieza manual de cunetas en tierra	ml	70,00	\$ 688,00	\$ 48.160,00
4,2	Señales verticales de tránsito	un	2,00	\$ 234.427,00	\$ 468.854,00
4,3	Limpieza de superficie de la losa, incluye drenes y juntas de expansión	m2	191,25	\$ 1.956,00	\$ 374.085,00
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 14.720.376,20</b>
<b>ADMINISTRACION</b>		<b>(18,00%)</b>			<b>\$ 2.649.667,72</b>
<b>UTILIDAD</b>		<b>(5,00%)</b>			<b>\$ 736.018,81</b>
<b>IMPREVISTOS</b>		<b>(7,00%)</b>			<b>\$ 1.030.426,33</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>\$ 19.136.489,00</b>

Tabla 2: Presupuesto puente El Quiña

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
Especialización en ingeniería de carreteras

DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE –  
HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

**CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS**

PUENTE EL ATILLO					
ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	V/ UNITARIO	V/ PARCIAL
1,2	Limpieza manual de concretos a la vista	m2	4,80	\$ 8.434,00	\$ 40.483,20
2,3	Recalce de cimentación en concreto ciclopeo	m3	15,60	\$ 313.216,00	\$ 4.886.169,60
2,4	Baranda metálica en HG, h=0.50 mts, incluye instalación	ml	14,00	\$ 26.153,00	\$ 366.142,00
2,5	Disipador ancho=0.60 m espesor paredes = 0.10 m	ml	2,00	\$ 133.085,00	\$ 266.170,00
2,6	Excavación en roca	m3	2,10	\$ 154.805,00	\$ 325.090,50
2,7	Rocería y desmonte	ha	0,50	\$ 485.248,00	\$ 242.624,00
4,1	Limpieza manual de cunetas en tierra	ml	50,00	\$ 688,00	\$ 34.400,00
4,2	Señales verticales de tránsito	un	2,00	\$ 234.427,00	\$ 468.854,00
4,4	Bordillo en concreto reforzado h=0.5 m. ancho =0.25 m	ml	6,50	\$ 66.963,08	\$ 435.260,01
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 7.065.193,31</b>
<b>ADMINISTRACION</b>		<b>(18,00%)</b>			<b>\$ 1.271.734,80</b>
<b>UTILIDAD</b>		<b>(5,00%)</b>			<b>\$ 353.259,67</b>
<b>IMPREVISTOS</b>		<b>(7,00%)</b>			<b>\$ 494.563,53</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>\$ 9.184.751,00</b>

Tabla 3: Presupuesto puente El Atillo

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
Especialización en ingeniería de carreteras

**DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE –  
HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS**

PUENTE EL BALSO					
ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	V/ UNITARIO	V/ PARCIAL
1,2	Limpieza manual de concretos a la vista	m2	46,00	\$ 8.434,00	\$ 387.964,00
2,3	Recalce de cimentación en concreto ciclopeo	m3	16,00	\$ 313.216,00	\$ 5.011.456,00
2,4	Baranda metálica en HG, h=0.50 mts, incluye instalación	ml	15,00	\$ 26.153,00	\$ 392.295,00
2,5	Disipador ancho=0.60 m espesor paredes = 0.10 m	ml	2,00	\$ 133.085,00	\$ 266.170,00
2,7	Rocería y desmonte	ha	0,50	\$ 485.248,00	\$ 242.624,00
4,1	Limpieza manual de cunetas en tierra	ml	50,00	\$ 688,00	\$ 34.400,00
4,2	Señales verticales de tránsito	un	2,00	\$ 234.427,00	\$ 468.854,00
4,3	Limpieza de superficie de la losa, incluye drenes y juntas de expansión	m2	13,00	\$ 1.956,00	\$ 25.428,00
4,4	Bordillo en concreto reforzado h=0.5 m. ancho =0.25 m	ml	4,00	\$ 66.963,08	\$ 267.852,31
4,5	Demolición de losa de puente	m2	40,00	\$ 8.686,97	\$ 347.478,84
4,6	Demolición de estructuras en concreto	m3	1,04	\$ 35.958,25	\$ 37.396,58
4,8	Acero de refuerzo	kg	859,00	\$ 3.430,94	\$ 2.947.174,80
4,8	Concreto clase D 28 Mpa, para tablero y vigas	m3	9,60	\$ 403.197,04	\$ 3.870.691,57
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 14.299.785,10</b>
<b>ADMINISTRACION</b>		<b>(18,00%)</b>			<b>\$ 2.573.961,32</b>
<b>UTILIDAD</b>		<b>(5,00%)</b>			<b>\$ 714.989,26</b>
<b>IMPREVISTOS</b>		<b>(7,00%)</b>			<b>\$ 1.000.984,96</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>\$ 18.589.721,00</b>

**Tabla 4: Presupuesto puente El Balso**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
Especialización en ingeniería de carreteras

**DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA,  
SECTOR EL EMPATE – HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS**

<b>PUENTE HUECO HONDO - ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO</b>					
<b>ITEM</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>UND.</b>	<b>CANT.</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR PARCIAL</b>
4.1	Retiro de la estructura existente	m2	78.00	8,750	682,500
<b>I. PRELIMINARES</b>					
1.1	Localización trazado y replanteo	Glb.	1.00	550,000	550,000
1.2	Excavación manual seca y en conglomerado	m <sup>3</sup>	40.00	10,359	414,360
1.3	Excavaciones en conglomerado bajo agua	m <sup>3</sup>	50.00	18,269	913,473
1.4	Excavaciones en roca bajo agua	m <sup>3</sup>	40.00	34,111	1,364,457
1.5	Demolición estructura existente	m <sup>3</sup>	175.00	35,958	6,292,694
	<b>SUB-TOTAL</b>				<b>9,534,985</b>
<b>II ESTRUCTURA EN CONCRETO</b>					
<b>SUB-ESTRUCTURA</b>					
2.2	Concreto simple Elev. clase E F'c= 21 Mpa	m <sup>3</sup>	200.00	349,778	69,955,576
2.3	Acero de refuerzo P.D.R. 60	kg.	10,500.00	3,431	36,024,837
	<b>SUB-TOTAL</b>				<b>105,980,413</b>
<b>SUPER-ESTRUCTURA</b>					
2.4	Formaleta metalica estructural	gl.	0.50	8,900,000	4,450,000
2.5	Concreto simple F'c= 28 Mpa	m <sup>3</sup>	26.00	403,197	10,483,123
2.6	Acero de refuerzo P.D.R. 60	kg.	3,250.00	3,431	11,150,545
2.7	Baranda metálica, según diseño	ml	20.00	26,153	523,060
	<b>SUB-TOTAL</b>				<b>26,606,728</b>
<b>III OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>					
3.1	Rellenos compactados con material Selecc.	m <sup>3</sup>	240.00	6,535	1,568,400
3.2	Muro en Gaviones para proteccion estribos	m <sup>3</sup>	110.00	100,545	11,059,950
	<b>SUB-TOTAL</b>				<b>12,628,350</b>
<b>IV SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>					
4.1	Vallas informativas y preventivas	un.	3.00	195,000	585,000
	<b>SUB-TOTAL</b>				<b>585,000</b>
	<b>VALOR TOTAL OBRA CIVIL</b>				<b>156,017,977</b>
	<b>AUI 30%</b>	%	30%		<b>46,805,393</b>
	<b>COSTO TOTAL OBRA CIVIL</b>				<b>202,823,369</b>

**Tabla 5: Presupuesto puente Hueco Hondo – Estructura en concreto reforzado**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
Especialización en ingeniería de carreteras

**DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE – HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS**

**PUENTE HUECO HONDO - ESTRUCTURA METALICA**

ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	V/ UNITARIO	V/ PARCIAL
4,10	Retiro de la estructura existente	m2	78,00	\$ 8.750,00	\$ 682.500,00
<b>I. PRELIMINARES</b>					
1,1	Localización trazado y replanteo	glb	1,00	550.000	550.000
1,2	Excavación manual seca y en conglomerado	m3	40,00	10.359	414.360
1,3	Excavaciones en conglomerado bajo agua	m3	50,00	18.269	913.473
1,4	Excavaciones en roca bajo agua	m3	40,00	34.111	1.364.457
1,5	Demolición estructura existente	m3	175,00	35.958	6.292.694
<b>II ESTRUCTURA EN CONCRETO</b>					
<b>SUB-ESTRUCTURA</b>					
2,2	Concreto simple Elev. clase E F'c= 21 Mpa	m3	200,00	349.778	69.955.576
2,3	Acero de refuerzo P.D.R. 60	kgs	10.500,00	3.431	36.024.837
<b>SUPER-ESTRUCTURA METALICA</b>					
2,4	Vigas metalicas en celosia H = 1,20 m	ml	30,00	770.000	23.100.000
2,5	metaldeck galv. 3" cal. 16, incluye conectores acero ø 1/2"	m2	50,00	62.069	3.103.448
2,6	Losa en Concreto simple F'c= 28 Mpa e=0,18m	m3	9,00	399.159	3.592.431
2,7	Baranda metálica, según diseño	ml	20,00	69.500	1.390.000
<b>III OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>					
3,1	Rellenos compactados con material Selecc.	m3	240,00	6.535	1.568.400
3,2	Muro en Gaviones para proteccion estribos	m3	110,00	100.545	11.059.950
<b>IV SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>					
4,1	Vallas informativas y preventivas	und	3,00	195.000	585.000
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 160.597.127,88</b>
<b>ADMINISTRACION</b>		<b>(18,00%)</b>			<b>\$ 28.907.483,02</b>
<b>UTILIDAD</b>		<b>(5,00%)</b>			<b>\$ 8.029.856,39</b>
<b>IMPREVISTOS</b>		<b>(7,00%)</b>			<b>\$ 11.241.798,95</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>\$ 208.776.266,00</b>

**Tabla 6: Presupuesto puente Hueco Hondo – Estructura metálica**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
Especialización en ingeniería de carreteras

**DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE –  
HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS**

<b>PUENTE PROVIDENCIA</b>					
ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	V/ UNITARIO	V/ PARCIAL
1,2	Limpieza manual de concretos a la vista	m2	239,60	\$ 8.434,00	\$ 2.020.786,40
1,3	Repello para reparación de superficies en concreto e=2,5 cms.	m2	275,60	\$ 26.269,00	\$ 7.239.736,40
1,4	Limpieza del lecho del cauce	m3	246,00	\$ 6.853,00	\$ 1.685.838,00
2,1	Gaviones	m3	25,00	\$ 100.545,00	\$ 2.513.625,00
2,3	Recalce de cimentación en concreto ciclopeo	m3	3,15	\$ 313.216,00	\$ 986.630,40
2,4	Baranda metálica en HG, h=0.50 mts, incluye instalación	ml	20,00	\$ 26.153,00	\$ 523.060,00
2,5	Disipador ancho=0.60 m espesor paredes = 0.10 m	ml	2,00	\$ 133.085,00	\$ 266.170,00
2,7	Rocería y desmonte	ha	1,00	\$ 485.248,00	\$ 485.248,00
3,1	Excavación estructural a mano en material comun seco	m3	16,50	\$ 10.359,00	\$ 170.923,50
4,2	Señales verticales de tránsito	un	2,00	\$ 234.427,00	\$ 468.854,00
4,3	Limpieza de superficie de la losa, incluye drenes y juntas de expansión	m2	60,00	\$ 1.956,00	\$ 117.360,00
4,4	Bordillo en concreto reforzado h=0.5 m. ancho =0.25 m	ml	1,80	\$ 66.963,08	\$ 120.533,54
4,6	Demolición de estructuras en concreto	m3	0,79	\$ 35.958,25	\$ 28.478,94
4,8	Mezcla asfáltica tipo MDC-2	m3	4,50	\$ 409.787,98	\$ 1.844.045,92
4,8	Acero de refuerzo	kg	187,00	\$ 3.430,94	\$ 641.585,20
4,8	Concreto clase D 28 Mpa, para tablero y vigas	m3	1,60	\$ 403.197,04	\$ 645.115,26
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 16.627.244,18</b>
<b>ADMINISTRACION</b>		<b>(18,00%)</b>			<b>\$ 2.992.903,95</b>
<b>UTILIDAD</b>		<b>(5,00%)</b>			<b>\$ 831.362,21</b>
<b>IMPREVISTOS</b>		<b>(7,00%)</b>			<b>\$ 1.163.907,09</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>\$ 21.615.417,00</b>

**Tabla 7. Presupuesto puente Providencia**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
Especialización en ingeniería de carreteras

**DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA,  
SECTOR EL EMPATE – HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS**

<b>PUENTE LA VEGA - ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO</b>					
<b>ITEM</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>UND.</b>	<b>CANT.</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR PARCIAL</b>
<b>I. PRELIMINARES</b>					
1,1	Localización trazado y replanteo	glb	1,00	550.000	550.000
1,2	Excavación manual seca y en conglomerado	m3	80,00	10.359	828.720
1,3	Excavaciones en conglomerado bajo agua	m3	100,00	18.269	1.826.947
1,4	Excavaciones en roca bajo agua	m3	80,00	34.111	2.728.915
1,5	Demolición estructura existente	m3	350,00	35.958	12.585.389
	<b>SUB-TOTAL</b>				<b>18.519.971</b>
<b>II ESTRUCTURA EN CONCRETO</b>					
<b>SUB-ESTRUCTURA EN CONCRETO</b>					
2,2	Concreto simple Elev. clase E F'c= 21 Mpa	m3	400,00	349.778	139.911.152
2,3	Acero de refuerzo P.D.R. 60	kg	21.000,00	3.431	72.049.675
	<b>SUB-TOTAL</b>				<b>211.960.826</b>
<b>SUPER-ESTRUCTURA EN CONCRETO</b>					
2,4	Formaleta metálica estructural	gl	1,00	8.900.000	8.900.000
2,5	Concreto simple F'c= 28 Mpa	m3	52,00	403.197	20.966.246
2,6	Acero de refuerzo P.D.R. 60	kg	6.500,00	3.431	22.301.090
2,7	Baranda metálica, según diseño	ml	40,00	26.153	1.046.120
	<b>SUB-TOTAL</b>				<b>53.213.456</b>
<b>III OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>					
3,1	Rellenos compactados con material Selecc.	m3	480,00	6.535	3.136.800
3,2	Muro en Gaviones para proteccion estribos	m3	220,00	100.545	22.119.900
	<b>SUB-TOTAL</b>				<b>25.256.700</b>
<b>IV SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>					
4,1	Vallas informativas y preventivas	un	6,00	195.000	1.170.000
	<b>SUB-TOTAL</b>				<b>1.170.000</b>
	<b>VALOR TOTAL OBRA CIVIL</b>				<b>310.120.953</b>
	<b>AUI 30%</b>	<b>%</b>	<b>30%</b>		<b>93.036.286</b>
	<b>COSTO TOTAL OBRA CIVIL</b>				<b>403.157.239</b>

**Tabla 8. Presupuesto puente La Vega – Estructura en concreto reforzado**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
Especialización en ingeniería de carreteras

**DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA,  
SECTOR EL EMPATE – HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS**

<b>PUENTE LA VEGA - ESTRUCTURA METALICA</b>					
ITEM	CONCEPTO	UND.	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
<b>I. PRELIMINARES</b>					
1,1	Localización trazado y replanteo	gl	1,00	550.000	550.000
1,2	Excavación manual seca y en conglomerado	m3	80,00	10.359	828.720
1,3	Excavaciones en conglomerado bajo agua	m3	100,00	18.269	1.826.947
1,4	Excavaciones en roca bajo agua	m3	80,00	34.111	2.728.915
1,5	Demolición estructura existente	m3	350,00	35.958	12.585.389
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>18.519.971</b>
<b>II ESTRUCTURA EN CONCRETO</b>					
<b>SUB-ESTRUCTURA EN CONCRETO</b>					
2,2	Concreto simple Elev. clase E F'c= 21 Mpa	m3	400,00	349.778	139.911.152
2,3	Acero de refuerzo P.D.R. 60	kg	21.000,00	3.431	72.049.675
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>211.960.826</b>
<b>SUPER-ESTRUCTURA EN METAL</b>					
2,4	Vigas metálicas en celosía H = 1,20 m	ml	60,00	770.000	46.200.000
2,5	metaldeck galv. 3" cal. 16, incluye conectores acero ø 1/2"	m2	100,00	62.069	6.206.897
2,6	Losa en Concreto simple F'c= 28 Mpa e=0,18m	m3	18,00	399.159	7.184.862
2,7	Baranda metálica, según diseño	ml	40,00	69.500	2.780.000
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>62.371.759</b>
<b>III OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>					
3,1	Rellenos compactados con material Selecc.	m3	480,00	6.535	3.136.800
3,2	Muro en Gaviones para proteccion estribos	m3	220,00	100.545	22.119.900
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>25.256.700</b>
<b>IV SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>					
4,1	Vallas informativas y preventivas	un	6,00	195.000	1.170.000
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>1.170.000</b>
<b>VALOR TOTAL OBRA CIVIL</b>					<b>319.279.256</b>
<b>AUI 30%</b>		%	30%		
<b>COSTO TOTAL OBRA CIVIL</b>					<b>415.063.032</b>

Tabla 9. Presupuesto puente La Vega – Estructura metálica



**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
Especialización en ingeniería de carreteras

**DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE –  
HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS**

PUENTE PETACAS					
ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	V/ UNITARIO	V/ PARCIAL
1,2	Limpieza manual de concretos a la vista	m2	265,00	\$ 8.434,00	\$ 2.235.010,00
1,3	Repello para reparación de superficies en concreto e=2,5 cms.	m2	107,50	\$ 26.269,00	\$ 2.823.917,50
1,4	Limpieza del lecho del cauce	m3	210,00	\$ 6.853,00	\$ 1.439.130,00
2,3	Recalce de cimentación en concreto ciclopeo	m3	30,24	\$ 313.216,00	\$ 9.471.651,84
2,4	Baranda metálica en HG, h=0.50 mts, incluye instalación	ml	26,00	\$ 26.153,00	\$ 679.978,00
2,6	Excavación en roca	m3	6,42	\$ 154.805,00	\$ 993.848,10
2,7	Rocería y desmonte	ha	1,00	\$ 485.248,00	\$ 485.248,00
3,1	Excavación estructural a mano en material comun seco	m3	13,44	\$ 10.359,00	\$ 139.224,96
4,1	Limpieza manual de cunetas en tierra	ml	60,00	\$ 688,00	\$ 41.280,00
4,2	Señales verticales de tránsito	un	2,00	\$ 234.427,00	\$ 468.854,00
4,3	Limpieza de superficie de la losa, incluye drenes y juntas de expansión	m2	88,00	\$ 1.956,00	\$ 172.128,00
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 18.950.270,40</b>
<b>ADMINISTRACION</b>		<b>(18,00%)</b>			<b>\$ 3.411.048,67</b>
<b>UTILIDAD</b>		<b>(5,00%)</b>			<b>\$ 947.513,52</b>
<b>IMPREVISTOS</b>		<b>(7,00%)</b>			<b>\$ 1.326.518,93</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>\$ 24.635.352,00</b>

**Tabla 10. Presupuesto puente Petacas**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
Especialización en ingeniería de carreteras

**DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE – HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS**

<b>PUENTE JALISCO</b>					
ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	V/ UNITARIO	V/ PARCIAL
1,2	Limpieza manual de concretos a la vista	m2	110,40	\$ 8.434,00	\$ 931.113,60
1,3	Repello para reparación de superficies en concreto e=2,5 cms.	m2	40,00	\$ 26.269,00	\$ 1.050.760,00
1,4	Limpieza del lecho del cauce	m3	480,00	\$ 6.853,00	\$ 3.289.440,00
2,3	Recalce de cimentación en concreto ciclopeo	m3	32,55	\$ 313.216,00	\$ 10.195.180,80
2,4	Baranda metálica en HG, h=0.50 mts, incluye instalación	ml	26,00	\$ 26.153,00	\$ 679.978,00
2,5	Disipador ancho=0.60 m espesor paredes = 0.10 m	ml	14,00	\$ 133.085,00	\$ 1.863.190,00
3,1	Excavación estructural a mano en material comun seco	m3	6,50	\$ 10.359,00	\$ 67.333,50
3,2	Concreto ciclopeo clase F (f'c=min 17.5 Mpa)	m3	3,12	\$ 208.185,00	\$ 649.537,20
4,1	Limpieza manual de cunetas en tierra	ml		\$ 688,00	\$ 0,00
4,2	Señales verticales de tránsito	un	2,00	\$ 234.427,00	\$ 468.854,00
4,4	Bordillo en concreto reforzado h=0.5 m. ancho =0.25 m	ml	26,00	\$ 66.963,08	\$ 1.741.040,04
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 20.936.427,14</b>
<b>ADMINISTRACION</b>		<b>(18,00%)</b>			<b>\$ 3.768.556,89</b>
<b>UTILIDAD</b>		<b>(5,00%)</b>			<b>\$ 1.046.821,36</b>
<b>IMPREVISTOS</b>		<b>(7,00%)</b>			<b>\$ 1.465.549,90</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>\$ 27.217.355,00</b>

**Tabla 11. Presupuesto puente Jalisco**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
Especialización en ingeniería de carreteras

**DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA,  
SECTOR EL EMPATE – HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS**

<b>PUENTE LA VALVANERA - ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO</b>					
<b>ITEM</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>UND.</b>	<b>CANT.</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR PARCIAL</b>
4,1	Retiro de la estructura existente	m2	78,00	8.750	682.500
<b>I. PRELIMINARES</b>					
1,1	Localización trazado y replanteo	gl	1,00	550.000	550.000
1,2	Excavación manual seca y en conglomerado	m3	40,00	10.359	414.360
1,3	Excavaciones en conglomerado bajo agua	m3	50,00	18.269	913.473
1,4	Excavaciones en roca bajo agua	m3	40,00	34.111	1.364.457
1,5	Demolición estructura existente	m3	175,00	35.958	6.292.694
	<b>SUB-TOTAL</b>				<b>9.534.985</b>
<b>II ESTRUCTURA EN CONCRETO</b>					
<b>SUB-ESTRUCTURA</b>					
2,2	Concreto simple Elev. clase E F'c= 21 Mpa	m3	200,00	349.778	69.955.576
2,3	Acero de refuerzo P.D.R. 60	kg	10.500,00	3.431	36.024.837
	<b>SUB-TOTAL</b>				<b>105.980.413</b>
<b>SUPER-ESTRUCTURA</b>					
2,4	Formaleta metálica estructural	gl	0,50	8.900.000	4.450.000
2,5	Concreto simple F'c= 28 Mpa	m3	26,00	403.197	10.483.123
2,6	Acero de refuerzo P.D.R. 60	kg	3.250,00	3.431	11.150.545
2,7	Baranda metálica, según diseño	ml	20,00	26.153	523.060
	<b>SUB-TOTAL</b>				<b>26.606.728</b>
<b>III OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>					
3,1	Rellenos compactados con material Selecc.	m3	240,00	6.535	1.568.400
3,2	Muro en Gaviones para protección estribos	m3	110,00	100.545	11.059.950
	<b>SUB-TOTAL</b>				<b>12.628.350</b>
<b>IV SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL</b>					
4,1	Vallas informativas y preventivas	un	3,00	195.000	585.000
	<b>SUB-TOTAL</b>				<b>585.000</b>
	<b>VALOR TOTAL OBRA CIVIL</b>				<b>156.017.977</b>
	<b>AUI 30%</b>	%	30%		<b>46.805.393</b>
	<b>COSTO TOTAL OBRA CIVIL</b>				<b>202.823.369</b>

Tabla 12. Presupuesto puente La Valvanera – Estructura en concreto reforzado

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
Especialización en ingeniería de carreteras

**DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE – HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS**

**PUENTE LA VALVANERA - ESTRUCTURA METALICA**

ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	V/ UNITARIO	V/ PARCIAL
4,10	Retiro de la estructura existente	m2	78,00	\$ 8.750,00	\$ 682.500,00
<b>I. PRELIMINARES</b>					
1,1	Localización trazado y replanteo	gl	1,00	550.000	550.000
1,2	Excavación manual seca y en conglomerado	m3	40,00	10.359	414.360
1,3	Excavaciones en conglomerado bajo agua	m3	50,00	18.269	913.473
1,4	Excavaciones en roca bajo agua	m3	40,00	34.111	1.364.457
1,5	Demolición estructura existente	m3	175,00	35.958	6.292.694
<b>II ESTRUCTURA EN CONCRETO</b>					
<b>SUB-ESTRUCTURA</b>					
2,2	Concreto simple Elev. clase E F'c= 21 Mpa	m3	200,00	349.778	69.955.576
2,3	Acero de refuerzo P.D.R. 60	kg	10.500,00	3.431	36.024.837
<b>SUPER-ESTRUCTURA METALICA</b>					
2,4	Vigas metalicas en celosia H = 1,20 m	ml	30,00	770.000	23.100.000
2,5	metaldeck galv. 3" cal. 16, incluye conectores acero ø 1/2"	m2	50,00	62.069	3.103.448
2,6	Losa en Concreto simple F'c= 28 Mpa e=0,18m	m3	9,00	399.159	3.592.431
2,7	Baranda metálica, según diseño	ml	20,00	69.500	1.390.000
<b>III OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>					
3,1	Rellenos compactados con material Selecc.	m3	240,00	6.535	1.568.400
3,2	Muro en Gaviones para proteccion estribos	m3	110,00	100.545	11.059.950
<b>IV SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>					
4,1	Vallas informativas y preventivas	un	3,00	195.000	585.000
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 160.597.127,88</b>
<b>ADMINISTRACION</b>					<b>(18,00%) \$ 28.907.483,02</b>
<b>UTILIDAD</b>					<b>(5,00%) \$ 8.029.856,39</b>
<b>IMPREVISTOS</b>					<b>(7,00%) \$ 11.241.798,95</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>\$ 208.776.266,00</b>

**Tabla 13. Presupuesto puente La Valvanera – Estructura metálica**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
Especialización en ingeniería de carreteras

**DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE - HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS**

<b>PUENTE LA CABAÑA</b>					
<b>ITEM</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V/ UNITARIO</b>	<b>V/ PARCIAL</b>
1,2	Limpeza manual de concretos a la vista	m2	22,00	\$ 8.434,00	\$ 185.548,00
1,4	Limpeza del lecho del cauce	m3	192,00	\$ 6.853,00	\$ 1.315.776,00
2,1	Gaviones	m3	96,00	\$ 100.545,00	\$ 9.652.320,00
2,2	Recubrimiento de paredes externas de gaviones, e = 5	m2	24,00	\$ 46.750,00	\$ 1.122.000,00
2,3	Recalce de cimentación en concreto ciclopeo	m3	6,40	\$ 313.216,00	\$ 2.004.582,40
2,4	Baranda metálica en HG, h=0.50 mts, incluye instalación	ml	20,00	\$ 26.153,00	\$ 523.060,00
3,4	Rellenos en material seleccionado	m3	240,00	\$ 14.165,00	\$ 3.399.600,00
4,2	Señales verticales de tránsito	un	2,00	\$ 234.427,00	\$ 468.854,00
4,3	Limpeza de superficie de la losa, incluye drenes y juntas de expansión	m2	55,00	\$ 1.956,00	\$ 107.580,00
4,8	Excavación estructural a mano en material común bajo agua	m3	18,72	\$ 18.269,47	\$ 342.004,47
4,9	Mezcla asfáltica tipo MDC-2	m3	4,00	\$ 409.787,98	\$ 1.639.151,93
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 20.760.476,80</b>
<b>ADMINISTRACION</b>		<b>(18,00%)</b>			<b>\$ 3.736.885,82</b>
<b>UTILIDAD</b>		<b>(5,00%)</b>			<b>\$ 1.038.023,84</b>
<b>IMPREVISTOS</b>		<b>(7,00%)</b>			<b>\$ 1.453.233,38</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>\$ 26.988.620,00</b>

**Tabla 14. Presupuesto puente La Cabaña**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
Especialización en ingeniería de carreteras

DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE –  
HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

**CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS**

PUENTE LA CHORRERA - ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO					
ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	V/ UNITARIO	V/ PARCIAL
1,2	Limpieza manual de concretos a la vista	m2	56,00	\$ 8.434,00	\$ 472.304,00
2,4	Baranda metálica en HG, h=0.50 mts, incluye instalación	ml	13,00	\$ 26.153,00	\$ 339.989,00
4,2	Señales verticales de tránsito	un	2,00	\$ 234.427,00	\$ 468.854,00
4,4	Bordillo en concreto reforzado h=0.5 m. ancho =0.25 m	ml	13,00	\$ 66.963,08	\$ 870.520,02
4,5	Demolición de losa de puente	m2	30,50	\$ 8.686,97	\$ 264.952,61
4,6	Demolición de estructuras en concreto	m3	2,93	\$ 35.958,25	\$ 105.285,77
4,7	Concreto clase D 28 Mpa, para tablero y vigas	m3	11,90	\$ 403.197,04	\$ 4.796.028,77
4,8	Acero de refuerzo	kg	2.875,00	\$ 3.430,94	\$ 9.863.943,59
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 17.181.877,76</b>
<b>ADMINISTRACION</b>		<b>(18,00%)</b>			<b>\$ 3.092.738,00</b>
<b>UTILIDAD</b>		<b>(5,00%)</b>			<b>\$ 859.093,89</b>
<b>IMPREVISTOS</b>		<b>(7,00%)</b>			<b>\$ 1.202.731,44</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>\$ 22.336.441,00</b>

Tabla 15. Presupuesto puente La Chorrera – Estructura en concreto reforzado

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
Especialización en ingeniería de carreteras

DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE –  
HIGUERONES, DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

**CUADRO DE CANTIDADES Y PRECIOS**

PUENTE LA CHORRERA - ESTRUCTURA METALICA					
ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	V/ UNITARIO	V/ PARCIAL
1,2	Limpieza manual de concretos a la vista	m2	56,00	\$ 8.434,00	\$ 472.304,00
2,4	Baranda metálica en HG, h=0.50 mts, incluye instalación	ml	13,00	\$ 26.153,00	\$ 339.989,00
4,2	Señales verticales de tránsito	un	2,00	\$ 234.427,00	\$ 468.854,00
4,5	Demolición de losa de puente	m2	30,50	\$ 8.686,97	\$ 264.952,61
4,6	Demolición de estructuras en concreto	m3	2,93	\$ 35.958,25	\$ 105.285,77
4,7	Tablero para puente en concreto reforzado e=.15	m3	6,59	\$ 568.186,13	\$ 3.743.210,22
4,8	Vigas metalicas en celosia H = 1,20 m	ml	19,50	\$ 770.000,00	\$ 15.015.000,00
2,5	metaldeck galv. 3" cal. 16, incluye conectores acero ø 1/2"	m2	39,00	\$ 62.068,97	\$ 2.420.689,66
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 20.409.595,60</b>
<b>ADMINISTRACION</b>		<b>(18,00%)</b>			<b>\$ 3.673.727,21</b>
<b>UTILIDAD</b>		<b>(5,00%)</b>			<b>\$ 1.020.479,78</b>
<b>IMPREVISTOS</b>		<b>(7,00%)</b>			<b>\$ 1.428.671,69</b>
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>\$ 26.532.474,00</b>

Tabla 16. Presupuesto puente La Chorrera – Estructura metálica

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE CARRETERAS

DIAGNOSTICO Y SOLUCIONES AL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL SECUNDARIA, SECTOR EL EMPATE – HIGUERONES, DEL  
DEPARTAMENTO DE NARIÑO

**RESUMEN FINAL DE ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES E INVERSION A REALIZAR**

No. PUENTE	NOMBRE DEL PUENTE	ESTADO	VALOR DE MANTENIMIENTO	VALOR DE REPARACION	VALOR DE REFORZAMIENTO	VALOR DE SUSTITUCION	INVERSION FINAL
1	EL QUIÑA	NIVEL AMARILLO	\$ 19.136.489,00				
2	EL ATILLO	NIVEL AMARILLO		\$ 9.184.751,00			
3	EL BALSO	NIVEL AMARILLO			\$ 18.589.721,00		
4	HUECO HONDO	NIVEL ROJO				\$ 202.823.239,00	
5	PROVIDENCIA	NIVEL ROJO			\$ 21.615.417,00		
6	CUEVA VIEJA	NIVEL AMARILLO	\$ 14.693.461,00				
7	LA VEGA	NIVEL ROJO				\$ 403.157.239,00	
8	PETACAS	NIVEL AMARILLO		\$ 24.635.352,00			
9	JALISCO	NIVEL AMARILLO	\$ 27.217.355,00				
10	LA VALVANERA	NIVEL ROJO				\$ 202.823.369,00	
11	LA CABAÑA	NIVEL AMARILLO		\$ 26.928.620,00			
12	LA CHORRERA	NIVEL ROJO			\$ 22.336.441,00		
<b>TOTALES</b>			<b>\$ 61.047.305,00</b>	<b>\$ 60.748.723,00</b>	<b>\$ 62.541.579,00</b>	<b>\$ 808.803.847,00</b>	<b>\$ 993.141.454,00</b>

**Tabla 17. Resumen final del estado actual de los puentes e inversión a realizar**

## 4 CONCLUSIONES

- Los puentes son una parte importante del patrimonio e infraestructura de un país, ya que son puntos medulares en una red vial para el transporte en general y en consecuencia para el desarrollo de los habitantes. Preservar este patrimonio de una degradación prematura, es una de las tareas más importantes de cualquier administración.
- La pericia y conocimiento del grupo encargado de la inspección es fundamental para la obtención de resultados acordes a la realidad. Es necesario recordar que la base para entregar soluciones aceptables es la realización de una inspección preliminar adecuada.
- La conservación de puentes es muy viable. En la práctica es posible recuperar la vida útil de varios puentes que se creían inservibles, aplicando un adecuado proceso de conservación y mantenimiento.
- Todos los puentes objeto de auscultación son estructuras de concreto que datan aproximadamente de los años cuarenta, fecha en la cual apenas se estaban introduciendo los conceptos para la construcción de estructuras reforzadas, es por eso que la mayoría de ellos, sino todos, incumplen con las últimas normas y especificaciones de construcción reguladas y exigidas por el Ministerio de Transporte, a excepción del Puente del Quiña que fue reconstruido en el año 2001.
- Los puentes auscultados no están capacitados para resistir las cargas y el volumen vehicular de la actualidad. No sería exagerado afirmar que estos puentes han cumplido ya su vida útil.
- Los puentes auscultados adolecen de actividades de mantenimiento preventivo, rutinario y de conservación. Esto se ha generado por la falta de dichos programas por parte de las entidades estatales, en este caso la Gobernación de Nariño, quien, a su vez, no cuenta con los recursos necesarios ni de políticas para la implantación de estos programas. Otro punto importante a tener en cuenta es la gran cantidad de kilómetros que deben ser atendidos por la entidad, lo que genera atención a ciertos sectores, pero abandono a otros.
- Es urgente la implantación de programas de mantenimiento y conservación para los puentes de la red vial secundaria del Departamento, con los cuales se definan actividades de ejecución periódica a fin de conservar los niveles de funcionalidad de las estructuras.
- A pesar de que la diferencia entre el costo de construcción de un puente en concreto reforzado y uno metálico es pequeña, resulta algo más ventajoso adoptar la opción de construirlo en concreto reforzado. Esto teniendo en cuenta que el costo de mantenimiento es menor en puentes en concreto y que la generación de empleos informales al momento de su construcción,



supera ampliamente al metálico. Por otro lado, la diferencia acumulada entre la una opción y la otra es bastante apreciable.

- La instauración de programas de mantenimiento periódico para estructuras de paso es de vital importancia, prueba de ello es el hecho de que el costo financiero total para la recuperación de los puentes de la red vial del Norte, entre el sector El Empate – Higueroles, asciende a la suma aproximada de mil millones de pesos m/cte. De aquí que las entidades deben propender por la implantación inmediata de estos programas.
- Invertir en el mantenimiento de estas estructuras asegura la calidad en el servicio de la vía y evita sobrecostos a futuro, tanto para los habitantes del sector como para las entidades a cargo, evitando la ejecución de inversiones costosas con recursos que, muchas veces, se demoran años en gestionar y llegar hasta dichos entes.
- Algunos de los aditamentos que se sugiere colocar pueden parecer inoficiosos, tal como la señalización informativa, pero es necesaria pues de ella depende el grado de preservación que se ofrezca por parte de los usuarios de la vía.
- Los daños más comunes encontrados son la contaminación de estructuras con material vegetal, la presencia de ramas y arbustos en las zonas de libre drenaje del puente, presencia de segregaciones y signos de carbonatación con exposición de refuerzos. Las dos primeras causadas directamente por la falta de mantenimiento periódico y las siguientes como consecuencia de procesos constructivos erróneos.
- La atención oportuna a las estructuras que se encuentren en nivel amarillo redundará en la mejoría de nivel en que se ha clasificado inicialmente el puente.

## 5 RECOMENDACIONES

- Aplicar las soluciones señaladas en este trabajo de grado para evitar posibles colapsos de las estructuras existentes y la consecuente incomunicación de las poblaciones usuarias de la vía.
- Proponer períodos de supervisión e inspección más cortos para los puentes que revistan más importancia, sin olvidar que todos los puentes son puntos neurálgicos de una carretera.
- Implementar programas de mantenimiento periódico y conservación por parte de la entidad a cargo de la vía.
- Atender de manera inmediata a cuatro puentes clasificados en NIVEL ROJO, los cuales, como se indica, presentan alta severidad en los daños y posibilidad de colapso.
- Aplicar las soluciones planteadas y deben estar basadas en las últimas normas constructivas y especificaciones utilizadas por el Instituto Nacional de Vías. Los diseños de las nuevas estructuras deben guiarse en la Norma Sismoresistente de 1998 para construcción de puentes en concreto reforzado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

WIKIPEDIA, Enciclopedia virtual wikipedia: <http://es.wikipedia.org/>

MENDEZ A. Carlos E. Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación. Bogotá. Tercera edición

COMPOSAN. Manual de obra civil. Rehabilitación integral de puentes y estructuras de hormigón. [www.composan.com](http://www.composan.com).

ESTUDIO E INVESTIGACION DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS. MANUAL DE INSPECCION DE PUENTES Convenio interadministrativo 0587-03. Universidad Nacional de Colombia – Instituto Nacional de vías. Bogotá. 2005.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas Colombianas para la presentación de trabajos de investigación. Edición actualizada. Santafé de Bogotá D.C. ICONTEC, 2007.

## ANEXOS

### Anexo A. Formato de inspección preliminar puente El Quiña

FORMATO DE INSPECCION PRELIMINAR DE PUENTES

FECHA:	octubre de 2008	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
NOMBRE DEL PUENTE:	EL QUIÑA	Longitud: 30,6
LOCALIZACION :	VIA EL EMPATE - SAN JOSÉ	Ancho: 6,25
REFERENCIACION :	K1+400 (K0+00 SECTOR EL EMPATE)	
OBSTACULO QUE SALVA:	RIO QUIÑA	TIPO DE FUNCION
TIPO DE PUENTE:	CONCRETO REFORZADO	Carreteable



		UBICACIÓN							
CIMENTACION	AUSCULTACION	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR			SECTOR CENTRAL	OBSERVACIONES
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
	Socavación			X					
Obstrucción del cauce									
Presencia de material de arrastre									
Desorientación del cauce			X					El cauce esta redirijido hacia el estribo superior izquierdo	

		UBICACIÓN							
SUBESTRUCTURA	AUSCULTACION	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR			PILAS CENTRALES	OBSERVACIONES
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
	Fisuras por flexión								
Asentamientos								No se presentan	
Aplastamiento local								No se presentan	
Volcamiento								No se presentan	
Segregación								No se presentan	
Hormigueros								No se presentan	
Fisuras por retracción								No se presentan	
Recubrimiento inadecuado del acero								No se presentan	
Exposición acero de refuerzo								No se presentan	
Corrosión del acero								No se presentan	
Descascaramientos								No se presentan	
Carbonatación								No se presentan	
Eflorescencias								No se presentan	
Contaminación de concreto	X	X	X	X	X	X		Falta realiza mantenimiento, presencia de material vegetal en los estribos	
Socavación									

		UBICACIÓN						
SUBESTRUCTURA	AUSCULTACION	VIGAS PRINCIPALES			VIGA RIOSTRA		TABLERO	OBSERVACIONES
	IDENTIFIQUE EL ELEMENTO	IZQUIERDA	CENTRAL	DERECHA				
	Desgaste de superficie							No se presenta
	Fisuras por flexión							No se presenta
	Fisuras por cortante							No se presenta
	Fisuras por torsión							No se presenta
	Segregación							No se presenta
	Hormigueros							No se presenta
	Fisuras por retracción							No se presenta
	Recubrimiento inadecuado del acero							No se presenta
	Exposición acero de refuerzo							No se presenta
	Corrosión del acero							No se presenta
	Descascaramientos							No se presenta
	Carbonatación							No se presenta
	Eflorescencias							No se presenta
	Contaminación de concreto						X	Presencia de materia vegetal hacia los lados
	Vibraciones							No se presenta

**UBICACIÓN**

	<b>AUSCULTACION</b>	<b>BORDILLOS</b>		<b>ANDENES</b>		<b>OBSERVACIONES</b>
		IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	
		Ausencia de elementos				
Dimensión insuficiente					No presenta	
Exposición acero de refuerzo					No presenta	
Desportillamiento					No presenta	
Fallas por impactos					No presenta	
Segregación					No presenta	
Hormigueros					No presenta	
Corrosión del acero					No presenta	
Recubrimiento inadecuado del acero					No presenta	
Descascaramientos					No presenta	
Carbonatación					No presenta	
Eflorescencias					No presenta	
Contaminación de concreto	X	X			Presencia de materia vegetal en la parte interna y externa	
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>BARANDA</b>				<b>OBSERVACIONES</b>
		IZQUIERDO	DERECHO			
Ausencia de elementos						Baranda en concreto en buen estado
Corrosión						
Fracturamiento						

	<b>AUSCULTACION</b>	<b>SEÑALIZA.</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
			Ausencia	X	
Ilegibilidad					
retroreflexibilidad deficiente					
Daño general					
invisibilidad					
Demarcación defectuosa					
Agrietamiento de soldadura					
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>JUNTA EXPANSION</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
Contaminación de la junta	X		la junta de expansión de entrada y de salida del puente totalmente tapada		
Perfiles defectuosos					
Perfiles sueltos					
desgaste en los guardacantos					
Desportillamiento					
Fisuramiento de guardacantos					
Daños en el sello					
Obstrucción del sello					
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>DRENAJE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
Ausencia					
Taponamiento		X	Existen suficientes drenajes pero totalmente tapados		
Longitud insuficiente		X			
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>APOYOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
Ausencia			Existen apoyos en neoprene que se encuentran en buen estado		
Desplazamiento					
Descomposición					
Deformación					
<b>GENERAL</b>	<b>AUSCULTACION</b>	<b>DISIPADORES LATERALES</b>	<b>CUNETAS DE DERRAME</b>	<b>ACCESOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
	Ausencia	X	X		El agua de escorrentía superficial está produciendo socavación en los taludes laterales del puente, se requiere obras para el manejo de aguas
	Socavación			X	

## Anexo B. Formato de inspección preliminar puente El Atillo

### FORMATO DE INSPECCION PRELIMINAR DE PUENTES

FECHA:	octubre de 2008	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
NOMBRE DEL PUENTE:	EL ATILLO	Longitud: 6,0
LOCALIZACION :	VIA EL EMPATE - SAN JOSÉ	Ancho: 6,5
REFERENCIACION :	K2+900 (K0+00 SECTOR EL EMPATE)	
OBSTACULO QUE SALVA:	QUEBRADA EL ATILLO	TIPO DE FUNCION
TIPO DE PUENTE:	CONCRETO REFORZADO	Carreteable



CIMENTACION	UBICACION							OBSERVACIONES
	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR			SECTOR CENTRAL	
	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Socavación		X			X			El cauce esta dirigido al sector donde se produce la socavación
Obstrucción del cauce								
Presencia de material de arrastre								
Desorientación del cauce		X			X			El cauce esta orientado hacia el cuerpo del estribo

SUBESTRUCTURA	UBICACION							OBSERVACIONES
	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR			PILAS CENTRALES	
	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Fisuras por flexión								No presenta
Asentamientos								No presenta
Aplastamiento local								No presenta
Volcamiento								No presenta
Segregación	X	X	X	X	X	X		Segregación producida por mal procedimiento constructivo
Hormigueros								No presenta
Fisuras por retracción								No presenta
Recubrimiento inadecuado del acero								No presenta
Exposición acero de refuerzo								No presenta
Corrosión del acero								No presenta
Descascaramientos								No presenta
Carbonatación	X	X	X	X	X	X		No presenta
Eflorescencias								No presenta
Contaminación de concreto	X		X	X		X		Presencia de materia vegetal
Socavación		X			X			

SUPERESTRUCTURA	UBICACION							OBSERVACIONES
	AUSCULTACION	VIGAS PRINCIPALES			VIGA RIOSTRA		TABLERO	
		IDENTIFIQUE EL ELEMENTO	IZQUIERDA	CENTRAL	DERECHA			
Desgaste de superficie								No presenta
Fisuras por flexión								No presenta
Fisuras por cortante								No presenta
Fisuras por torsión								No presenta
Segregación	X	X	X				X	La estructura antigua presenta fallas en la construcción
Hormigueros	X	X	X				X	
Fisuras por retracción								No presenta
Recubrimiento inadecuado del acero								No presenta
Exposición acero de refuerzo	X	X	X				X	
Corrosión del acero								No presenta
Descascaramientos								No presenta
Carbonatación							X	
Eflorescencias								No presenta
Contaminación de concreto							X	Presencia de materia vegetal
Vibraciones								No presenta

**UBICACIÓN**

	<b>AUSCULTACION</b>	<b>BORDILLOS</b>		<b>ANDENES</b>		<b>OBSERVACIONES</b>
		IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	
		Inexistencia			X	
Dimensión insuficiente					No presenta	
Exposición acero de refuerzo			X			
Desportillamiento					No presenta	
Fallas por impactos			X		Localizada en la parte superior	
Segregación					No presenta	
Hormigueros					No presenta	
Corrosión del acero					No presenta	
Recubrimiento inadecuado del acero					No presenta	
Descascaramientos					No presenta	
Carbonatación					No presenta	
Eflorescencias					No presenta	
Contaminación de concreto	X	X			Presencia de materia vegetal en la parte externa	
<b>AUSCULTACION</b>	<b>BARANDA</b>		<b>OBSERVACIONES</b>			
	IZQUIERDO	DERECHO				
Inexistencia						
Ausencia de elementos	X	X	Barandas metálicas en tubo galvanizado con ausencia de varios tramos			
Pintura deteriorada	X	X				
Corrosión	X	X				
Fracturamiento						

	<b>AUSCULTACION</b>	<b>SEÑALIZA.</b>	<b>OBSERVACIONES</b>					
			Inexistencia	X				
			Ilegibilidad					
retroreflexibilidad deficiente								
Daño general								
invisibilidad								
Demarcación defectuosa								
Agrietamiento de soldadura								
<b>AUSCULTACION</b>	<b>JUNTA EXPANSION</b>	<b>OBSERVACIONES</b>						
Inexistencia	X							
Contaminación de la junta								
Perfiles defectuosos								
Perfiles sueltos								
desgaste en los guardacantos								
Desportillamiento								
Fisuramiento de guardacantos								
Daños en el sello								
Obstrucción del sello								
<b>AUSCULTACION</b>	<b>DRENAJE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>						
Inexistencia	X	Presenta un solo tubo de desagüe construido en el punto mas bajo del puente, de acuerdo a pendiente longitudinal						
Taponamiento								
Longitud insuficiente								
<b>AUSCULTACION</b>	<b>APOYOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>						
Inexistencia		Existen apoyos fijos						
Desplazamiento								
Descomposición								
Deformación								

	<b>AUSCULTACION</b>	<b>DISIPADORES LATERALES</b>	<b>CUNETAS DE DERRAME</b>	<b>ACCESOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>					
						Inexistencia	X	X		
						Socavación			X	El agua de escorrentía superficial está produciendo socavación en los taludes de acceso al puente

## Anexo C. Formato de inspección preliminar puente El Balso

### FORMATO DE INSPECCION PRELIMINAR DE PUENTES

FECHA:	octubre de 2008	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
NOMBRE DEL PUENTE:	EL BALSO	Longitud: 6,4
LOCALIZACION :	VIA EL EMPATE - SAN JOSÉ	Ancho: 6,1
REFERENCIACION :	K4+500 (K0+00 SECTOR EL EMPATE)	
OBSTACULO QUE SALVA:	QUEBRADA EL BALSO	TIPO DE FUNCION
TIPO DE PUENTE:	CONCRETO REFORZADO	Carreteable



		UBICACIÓN						OBSERVACIONES	
CIMENTACION	AUSCULTACION	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				SECTOR CENTRAL
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
	Socavación		X						
	Obstrucción del cauce							No presenta	
	Presencia de material de arrastre							No presenta	
	Desorientación del cauce		X					Cauce dirigido hacia el estribo superior lado izquierdo	

		UBICACIÓN						OBSERVACIONES	
SUBESTRUCTURA	AUSCULTACION	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				PILAS CENTRALES
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
	Fisuras por flexión							No presenta	
	Asentamientos							No presenta	
	Aplastamiento local							No presenta	
	Volcamiento							No presenta	
	Segregación		X			X			
	Hormigueros							No presenta	
	Fisuras por retracción								
	Recubrimiento inadecuado del acero							No presenta	
	Exposición acero de refuerzo							No presenta	
	Corrosión del acero							No presenta	
	Descascaramientos							No presenta	
	Carbonatación		X			X			
	Eflorescencias							No presenta	
	Contaminación de concreto	X		X	X		X	Presencia de material vegetal	
	Socavación		X			X			

		UBICACIÓN						OBSERVACIONES
SUPERESTRUCTURA	AUSCULTACION	VIGAS PRINCIPALES			VIGA RIOSTRA		TABLERO	
		IZQUIERDA	CENTRAL	DERECHA				
	IDENTIFIQUE EL ELEMENTO							No presenta
	Desgaste de superficie							No presenta
	Fisuras por flexión							No presenta
	Fisuras por cortante							No presenta
	Fisuras por torsión							No presenta
	Segregación							No presenta
	Hormigueros		X	X			X	
	Fisuras por retracción							No presenta
	Recubrimiento inadecuado del acero							No presenta
	Exposición acero de refuerzo		X				X	
	Corrosión del acero		X				X	
	Descascaramientos							No presenta
	Carbonatación						X	
	Eflorescencias							No presenta
	Contaminación de concreto						X	Presencia de material vegetal
	Vibraciones							No presenta



**UBICACIÓN**

	<b>AUSCULTACION</b>	<b>BORDILLOS</b>		<b>ANDENES</b>		<b>OBSERVACIONES</b>
		IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	
<b>ADITAMENTOS</b>						
Inexistencia						
Dimensión insuficiente						
Exposición acero de refuerzo	X	X				
Desportillamiento	X	X				
Fallas por impactos						
Segregación						
Hormigueros						
Corrosión del acero						
Recubrimiento inadecuado del acero						
Descascaramientos						
Carbonatación						
Eflorescencias						
Contaminación de concreto	X	X				Presencia de materia vegetal en la parte externa
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>BARANDA</b>		<b>OBSERVACIONES</b>		
		IZQUIERDO	DERECHO			
Inexistencia		X	X			
Ausencia de elementos						
Pintura deteriorada						
Corrosion						
Fracturamiento						

	<b>AUSCULTACION</b>	<b>SENALIZA.</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
		<b>EQUIPAMIENTO GENERAL</b>			
Inexistencia		X			
Ilegibilidad					
retroreflexibilidad deficiente					
Daño general					
invisibilidad					
Demarcación defectuosa					
Agrietamiento de soldadura					
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>JUNTA EXPANSION</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
Inexistencia		X			
Contaminación de la junta					
Perfiles defectuosos					
Perfiles sueltos					
desgaste en los guardacantos					
Desportillamiento					
Fisuramiento de guardacantos					
Daños en el sello					
Obstrucción del sello					
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>DRENAJE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
Inexistencia		X			No existe el sistema de drenaje se ha dejado a libre desalojo por pendiente
Taponamiento					
Longitud insuficiente					
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>APOYOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
Inexistencia					Existen apoyos fijos
Desplazamiento					
Descomposición					
Deformación					
<b>GENERAL</b>	<b>AUSCULTACION</b>	<b>DISIPADORES LATERALES</b>	<b>CUNETAS DE DERRAME</b>	<b>ACCESOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Inexistencia		X	X		Arrastre de material por inexistencia de cunetas
Socavación				X	

## Anexo D. Formato de inspección preliminar puente Hueco Hondo

### FORMATO DE INSPECCION PRELIMINAR DE PUENTES

FECHA:	octubre de 2008	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
NOMBRE DEL PUENTE:	HUECO - HONDO	Longitud: 3,5
LOCALIZACION :	VIA SAN JOSE - SAN BERNARDO	Ancho: 3,8
REFERENCIACION :	K13+800 (KO+00 SECTOR EL EMPATE)	
OBSTACULO QUE SALVA:	QUEBRADA LA PRIMAVERA	TIPO DE FUNCION
TIPO DE PUENTE:	MADERA	Carreteable



CIMENTACION	UBICACIÓN							OBSERVACIONES	
	AUSCULTACION	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				SECTOR CENTRAL
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Socavación	X							Presencia de socavación en pequeña escala	
Obstrucción del cauce								No presenta	
Presencia de material de arrastre								No presenta	
Desorientación del cauce	X							No presenta	

SUBESTRUCTURA	UBICACIÓN							OBSERVACIONES	
	AUSCULTACION	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				PILAS CENTRALES
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Fisuras por flexión								No presenta	
Asentamientos								No presenta	
Aplastamiento local								No presenta	
Volcamiento								No presenta	
Segregación								No presenta	
Hormigueros								No presenta	
Fisuras por retracción								No presenta	
Recubrimiento inadecuado del acero								No presenta	
Exposición acero de refuerzo								No presenta	
Corrosión del acero								No presenta	
Descascaramientos								No presenta	
Carbonatación								No presenta	
Eflorescencias								No presenta	
Contaminación de concreto								No presenta	
Socavación								No presenta	

SUPERESTRUCTURA	UBICACIÓN							OBSERVACIONES
	AUSCULTACION	VIGAS PRINCIPALES			VIGA RIOSTRA		TABLERO	
		IZQUIERDA	CENTRAL	DERECHA				
IDENTIFIQUE EL ELEMENTO							X	
Desgaste de superficie								Superficie en afirmado
Fisuras por flexión	X	X	X					Estructura en madera conformada por palos en madera rolliza, fracturados y reemplazados
Fisuras por cortante								
Fisuras por torsión								No presenta
Segregación								No presenta
Hormigueros								No presenta
Fisuras por retracción								No presenta
Recubrimiento inadecuado del acero								No presenta
Exposición acero de refuerzo								No presenta
Corrosión del acero								No presenta
Descascaramientos								No presenta
Carbonatación								No presenta
Eflorescencias								No presenta
Contaminación de concreto								No presenta
Vibraciones								No presenta

**UBICACIÓN**

ADITAMENTOS	AUSCULTACION	BORDILLOS		ANDENES		OBSERVACIONES
		IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	
	Inexistencia	X	X	X	X	
	Dimensión insuficiente					
	Exposición acero de refuerzo					
	Desportillamiento					
	Fallas por impactos					
	Segregación					
	Hormigueros					
	Corrosión del acero					
Recubrimiento inadecuado del acero						
Descascaramientos						
Carbonatación						
Eflorescencias						
Contaminación de concreto						
AUSCULTACION	BARANDA		OBSERVACIONES			
	IZQUIERDO	DERECHO				
Inexistencia	X	X				
Ausencia de elementos						
Pintura deteriorada						
Corrosión						
Fracturamiento						

EQUIPAMIENTO GENERAL	AUSCULTACION	SEÑALIZA.	OBSERVACIONES		
	Inexistencia	X			
	Ilegibilidad				
	retroreflexibilidad deficiente				
	Daño general				
	invisibilidad				
	Demarcación defectuosa				
	Agrietamiento de soldadura				
	AUSCULTACION	JUNTA EXPANSION	OBSERVACIONES		
	Inexistencia	X			
Contaminación de la junta					
Perfiles defectuosos					
Perfiles sueltos					
desgaste en los guardacantos					
Desportillamiento					
Fisuramiento de guardacantos					
Daños en el sello					
Obstrucción del sello					
AUSCULTACION	DRENAJE	OBSERVACIONES			
Inexistencia	X				
Taponamiento					
Longitud insuficiente					
AUSCULTACION	APOYOS	OBSERVACIONES			
Inexistencia	X				
Desplazamiento					
Descomposición					
Deformación					
GENERAL	AUSCULTACION	DISIPADORES LATERALES	CUNETAS DE DERRAME	ACCESOS	OBSERVACIONES
	Inexistencia	X	X		Arrastre de material por inexistencia de cunetas
	Socavación			X	

## Anexo E. Formato de inspección preliminar puente Providencia

FORMATO DE INSPECCION PRELIMINAR DE PUENTES

FECHA:	octubre de 2008	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
NOMBRE DEL PUENTE:	PROVIDENCIA	Longitud: 10,0
LOCALIZACION :	VIA SAN JOSE - SAN BERNARDO	Ancho: 5,5
REFERENCIACION :	K14+900 (K0+00 SECTOR EL EMPATE)	
OBSTACULO QUE SALVA:	QUEBRADA	TIPO DE FUNCION
TIPO DE PUENTE:	CONCRETO REFORZADO	Carreteable



CIMENTACION	UBICACION							OBSERVACIONES
	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR			SECTOR CENTRAL	
	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Socavación			X					
Obstrucción del cauce								No presenta
Presencia de material de arrastre			X					
Desorientación del cauce			X					

SUBESTRUCTURA	UBICACION							OBSERVACIONES
	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR			PILAS CENTRALES	
	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Fisuras por flexión								No presenta
Asentamientos								No presenta
Aplastamiento local								No presenta
Volcamiento								No presenta
Segregación					X	X		
Hormigueros								No presenta
Fisuras por retracción								No presenta
Recubrimiento inadecuado del acero								No presenta
Exposición acero de refuerzo								No presenta
Corrosión del acero								No presenta
Descascaramientos					X	X		
Carbonatación		X			X	X		
Eflorescencias								No presenta
Contaminación de concreto	X	X	X	X	X	X		
Socavación			X					

SUPERESTRUCTURA	UBICACION							OBSERVACIONES
	VIGAS PRINCIPALES			VIGA RIOSTRA		TABLERO		
	IZQUIERDA	CENTRAL	DERECHA					
IDENTIFIQUE EL ELEMENTO								
Desgaste de superficie						X		
Fisuras por flexión								Sector inferior, apoyo sobre el estribo
Fisuras por cortante	X		X					
Fisuras por torsión								No presenta
Segregación								No presenta
Hormigueros								No presenta
Fisuras por retracción								No presenta
Recubrimiento inadecuado del acero	X	X				X		
Exposición acero de refuerzo	X	X	X			X		
Corrosión del acero	X	X	X			X		
Descascaramientos	X							
Carbonatación	X	X	X			X		
Eflorescencias								No presenta
Contaminación de concreto						X		
Vibraciones								No presenta

**UBICACIÓN**

	<b>AUSCULTACION</b>	<b>BORDILLOS</b>		<b>ANDENES</b>		<b>OBSERVACIONES</b>
		IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	
		Inexistencia			X	
Dimensión insuficiente						
Exposición acero de refuerzo						
Desportillamiento	X					Lado inferior derecho
Fallas por impactos	X	X				
Segregación						
Hormigueros						
Corrosión del acero	X					Lado inferior izquierdo
Recubrimiento inadecuado del acero						
Descascaramientos						
Carbonatación						
Eflorescencias						
Contaminación de concreto	X	X				
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>BARANDA</b>		<b>OBSERVACIONES</b>		
		IZQUIERDO	DERECHO			
Inexistencia	X	X				
Ausencia de elementos						
Pintura deteriorada						
Corrosión						
Fracturamiento						

	<b>AUSCULTACION</b>	<b>SEÑALIZA.</b>	<b>OBSERVACIONES</b>				
		Inexistencia	X				
		Illegibilidad					
retroreflexibilidad deficiente							
Daño general							
invisibilidad							
Demarcación defectuosa							
Agrietamiento de soldadura							
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>JUNTA EXPANSION</b>	<b>OBSERVACIONES</b>				
Inexistencia	X						
Contaminación de la junta							
Perfiles defectuosos							
Perfiles sueltos							
desgaste en los guardacantos							
Desportillamiento							
Fisuramiento de guardacantos							
Daños en el sello							
Obstrucción del sello							
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>DRENAJE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>				
Inexistencia							
Taponamiento		X					
Longitud insuficiente		X					
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>APOYOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>				
Inexistencia			Existe apoyo fijo				
Desplazamiento							
Descomposición							
Deformación							
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>DISIPADORES LATERALES</b>	<b>CUNETAS DE DERRAME</b>	<b>ACCESOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
		Inexistencia	X	X			
		Socavación			X	Socavación en los accesos superiores	

## Anexo F. Formato de inspección preliminar puente Cueva Vieja

### FORMATO DE INSPECCION PRELIMINAR DE PUENTES

FECHA:	octubre de 2008	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
NOMBRE DEL PUENTE:	CUEVA VIEJA	Longitud: 16,3
LOCALIZACION :	VIA SAN JOSE - SAN BERNARDO	Ancho: 5,6
REFERENCIACION :	K18+400 (KO+00 SECTOR EL EMPATE)	
OBSTACULO QUE SALVA:	QUEBRADA CUEVA VIEJA	TIPO DE FUNCION
TIPO DE PUENTE:	CONCRETO REFORZADO	Carreteable



CIMENTACION	UBICACION							OBSERVACIONES	
	AUSCULTACION	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				SECTOR CENTRAL
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Socavación								No presenta	
Obstrucción del cauce								No presenta	
Presencia de material de arrastre		X			X		X	El material arrastrado protege a la cimentación de una posible socavación	
Desorientación del cauce								No presenta	

SUBESTRUCTURA	UBICACION							OBSERVACIONES	
	AUSCULTACION	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				PILAS CENTRALES
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Fisuras por flexión								No presenta	
Asentamientos								No presenta	
Aplastamiento local								No presenta	
Volcamiento								No presenta	
Segregación								No presenta	
Hormigueros								No presenta	
Fisuras por retracción								No presenta	
Recubrimiento inadecuado del acero								No presenta	
Exposición acero de refuerzo								No presenta	
Corrosión del acero								No presenta	
Descascaramientos					X				
Carbonatación		X			X				
Eflorescencias								No presenta	
Contaminación de concreto	X	X	X	X	X	X		Cuerpo de los estribos contaminados con material vegetal	
Socavación									

SUPERESTRUCTURA	UBICACION							OBSERVACIONES
	AUSCULTACION	VIGAS PRINCIPALES			VIGA RIOSTRA		TABLERO	
		IDENTIFIQUE EL ELEMENTO	IZQUIERDA	CENTRAL	DERECHA			
Desgaste de superficie								No presenta
Fisuras por flexión								No presenta
Fisuras por cortante								No presenta
Fisuras por torsión								No presenta
Segregación								No presenta
Hormigueros			X					Presenta una pequeña oquedad, producto de una mala vibración del concreto
Fisuras por retracción								
Recubrimiento inadecuado del acero								No presenta
Exposición acero de refuerzo			X					En la oquedad encontrada, se puede observar el acero de refuerzo
Corrosión del acero								No presenta
Descascaramientos								No presenta
Carbonatación								No presenta
Eflorescencias								No presenta
Contaminación de concreto								No presenta
Vibraciones								No presenta

**UBICACIÓN**

	<b>AUSCULTACION</b>	<b>BORDILLOS</b>		<b>ANDENES</b>		<b>OBSERVACIONES</b>
		IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	
		Inexistencia				
Dimensión insuficiente						
Exposición acero de refuerzo						
Desportillamiento						
Fallas por impactos	X	X			Esquinas superiores	
Segregación						
Hormigueros						
Corrosión del acero						
Recubrimiento inadecuado del acero						
Descascaramientos	X	X				
Carbonatación						
Eflorescencias						
Contaminación de concreto	X	X			Presencia de materia vegetal	
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>BARANDA</b>		<b>OBSERVACIONES</b>		
		IZQUIERDO	DERECHO			
Inexistencia		X	X			
Ausencia de elementos						
Pintura deteriorada						
Corrosión						
Fracturamiento						

	<b>AUSCULTACION</b>	<b>SEÑALIZA.</b>	<b>OBSERVACIONES</b>			
	Inexistencia		X			
Ilegibilidad						
retroreflexibilidad deficiente						
Daño general						
invisibilidad						
Demarcación defectuosa						
Agrietamiento de soldadura						
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>JUNTA EXPANSION</b>	<b>OBSERVACIONES</b>			
Inexistencia		X				
Contaminación de la junta						
Perfiles defectuosos						
Perfiles sueltos						
desgaste en los guardacantos						
Desportillamiento						
Fisuramiento de guardacantos						
Daños en el sello						
Obstrucción del sello						
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>DRENAJE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>			
Inexistencia						
Taponamiento		X				
Longitud insuficiente		X				
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>APOYOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>			
Inexistencia			Existen apoyos fijos			
Desplazamiento						
Descomposición						
Deformación						
<b>GENERAL</b>	<b>AUSCULTACION</b>	<b>DISIPADORES LATERALES</b>	<b>CUNETAS DE DERRAME</b>	<b>ACCESOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	
	Inexistencia	X	X			
	Socavación					

## Anexo G. Formato de inspección preliminar puente La Vega

### FORMATO DE INSPECCION PRELIMINAR DE PUENTES

FECHA:	octubre de 2008	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
NOMBRE DEL PUENTE:	LA VEGA	Longitud: 17,0
LOCALIZACION :	VIA SAN JOSE - SAN BERNARDO	Ancho: 5,5
REFERENCIACION :	K18+800 (KO+00 SECTOR EL EMPATE)	
OBSTACULO QUE SALVA:	QUEBRADA LA MINA	TIPO DE FUNCION
TIPO DE PUENTE:	CONCRETO REFORZADO	Carreteable



CIMENTACION	UBICACION							OBSERVACIONES
	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR			SECTOR CENTRAL	
	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Socavación	X	X	X					
Obstrucción del cauce								No presenta
Presencia de material de arrastre		X						
Desorientación del cauce	X	X						

SUBESTRUCTURA	UBICACION							OBSERVACIONES
	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR			PILAS CENTRALES	
	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Fisuras por flexión								No presenta
Asentamientos								No presenta
Aplastamiento local								No presenta
Volcamiento	X	X	X					No presenta
Segregación								No presenta
Hormigueros								No presenta
Fisuras por retracción								No presenta
Recubrimiento inadecuado del acero								No presenta
Exposición acero de refuerzo								No presenta
Corrosión del acero								No presenta
Descascaramientos								No presenta
Carbonatación								No presenta
Eflorescencias								No presenta
Contaminación de concreto								No presenta
Socavación	X	X	X					

SUPERESTRUCTURA	UBICACION							OBSERVACIONES
	AUSCULTACION	VIGAS PRINCIPALES			VIGA RIOSTRA		TABLERO	
	IDENTIFIQUE EL ELEMENTO	IZQUIERDA	CENTRAL	DERECHA				
Desgaste de superficie								Puente colapsado en el mes de abril del 2008, que ya no permite realizar la auscultación correspondiente
Fisuras por flexión								
Fisuras por cortante								
Fisuras por torsión								
Segregación								
Hormigueros								
Fisuras por retracción								
Recubrimiento inadecuado del acero								
Exposición acero de refuerzo								
Corrosión del acero								
Descascaramientos								
Carbonatación								
Eflorescencias								
Contaminación de concreto								
Vibraciones								



**UBICACIÓN**

ADITAMENTOS	AUSCULTACION	BORDILLOS		ANDENES		OBSERVACIONES
		IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	
	Inexistencia					Puente colapsado
	Dimensión insuficiente					
	Exposición acero de refuerzo					
	Desportillamiento					
	Fallas por impactos					
	Segregación					
	Hormigueros					
	Corrosión del acero					
Recubrimiento inadecuado del acero						
Descascaramientos						
Carbonatación						
Eflorescencias						
Contaminación de concreto						
	AUSCULTACION	BARANDA		OBSERVACIONES		
		IZQUIERDO	DERECHO			
	Inexistencia	X	X			
	Ausencia de elementos					
	Pintura deteriorada					
	Corrosión					
	Fracturamiento					

EQUIPAMIENTO GENERAL	AUSCULTACION	SEÑALIZA.	OBSERVACIONES				
	Inexistencia	X					
	Ilegibilidad						
	retroreflexibilidad deficiente						
	Daño general						
	invisibilidad						
	Demarcación defectuosa						
	Agrietamiento de soldadura						
		AUSCULTACION	JUNTA EXPANSION	OBSERVACIONES			
		Inexistencia	X				
Contaminación de la junta							
Perfiles defectuosos							
Perfiles sueltos							
desgaste en los guardacantos							
Desportillamiento							
Fisuramiento de guardacantos							
Daños en el sello							
Obstrucción del sello							
	AUSCULTACION	DRENAJE	OBSERVACIONES				
	Inexistencia						
	Taponamiento	X					
	Longitud insuficiente	X					
		AUSCULTACION	APOYOS	OBSERVACIONES			
		Inexistencia		Apoyo fijo			
		Desplazamiento					
		Descomposición					
		Deformación					
	GENERAL	AUSCULTACION	DISIPADORES LATERALES	CUNETAS DE DERRAME	ACCESOS	OBSERVACIONES	
Inexistencia		X	X				
Socavación							

## Anexo H. Formato de inspección preliminar puente Petacas.

### FORMATO DE INSPECCION PRELIMINAR DE PUENTES

FECHA:	octubre de 2008	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
NOMBRE DEL PUENTE:	PETACAS	Longitud: 16,3
LOCALIZACION :	VIA SAN JOSE - SAN BERNARDO	Ancho: 5,5
REFERENCIACION :	K21+500 (K0+00 SECTOR EL EMPATE)	
OBSTACULO QUE SALVA:	QUEBRADA EL PAILON	TIPO DE FUNCION
TIPO DE PUENTE:	CONCRETO REFORZADO	Carreteable



CIMENTACION	AUSCULTACION	UBICACION						OBSERVACIONES	
		ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				SECTOR CENTRAL
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Socavación	X	X	X					Piedras de gran tamaño redirijen el cauce del rio hacia el estribo superior izquierdo produciendo socavación	
Obstrucción del cauce	X	X	X						
Presencia de material de arrastre									
Desorientación del cauce	X	X	X						

SUBESTRUCTURA	AUSCULTACION	UBICACION						OBSERVACIONES	
		ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				PILAS CENTRALES
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Fisuras por flexión								No presenta	
Asentamientos								No presenta	
Aplastamiento local								No presenta	
Volcamiento								No presenta	
Segregación		X							
Hormigueros		X							
Fisuras por retracción								No presenta	
Recubrimiento inadecuado del acero								No presenta	
Exposición acero de refuerzo								No presenta	
Corrosión del acero								No presenta	
Descascaramientos								No presenta	
Carbonatación		X							
Eflorescencias								No presenta	
Contaminación de concreto								No presenta	
Socavación	X	X	X						

SUPERESTRUCTURA	AUSCULTACION	UBICACION						OBSERVACIONES
		VIGAS PRINCIPALES			VIGA RIOSTRA		TABLERO	
		IZQUIERDA	CENTRAL	DERECHA				
IDENTIFIQUE EL ELEMENTO								
Desgaste de superficie						X		
Fisuras por flexión								
Fisuras por cortante								
Fisuras por torsión								
Segregación								
Hormigueros								
Fisuras por retracción								
Recubrimiento inadecuado del acero								
Exposición acero de refuerzo								
Corrosión del acero								
Descascaramientos								
Carbonatación								
Eflorescencias								
Contaminación de concreto						X		
Vibraciones								

**UBICACIÓN**

	<b>AUSCULTACION</b>	<b>BORDILLOS</b>		<b>ANDENES</b>		<b>OBSERVACIONES</b>
		IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	
		Inexistencia			X	
Dimensión insuficiente						
Exposición acero de refuerzo						
Desportillamiento						
Fallas por impactos						
Segregación						
Hormigueros						
Corrosión del acero						
Recubrimiento inadecuado del acero						
Descascaramientos	X	X				Se presenta en la cara superior del bordillo
Carbonatación						
Eflorescencias						
Contaminación de concreto	X	X				Se presenta en la parte exterior de los bordillos
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>BARANDA</b>		<b>OBSERVACIONES</b>		
		IZQUIERDO	DERECHO			
Inexistencia	X	X				
Ausencia de elementos						
Pintura deteriorada						
Corrosión						
Fracturamiento						

	<b>AUSCULTACION</b>	<b>SEÑALIZA.</b>	<b>OBSERVACIONES</b>				
		Inexistencia	X				
		Ilegibilidad					
retroreflexibilidad deficiente							
Daño general							
invisibilidad							
Demarcación defectuosa							
Agrietamiento de soldadura							
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>JUNTA EXPANSION</b>	<b>OBSERVACIONES</b>				
Inexistencia	X						
Contaminación de la junta							
Perfiles defectuosos							
Perfiles sueltos							
desgaste en los guardacantos							
Desportillamiento							
Fisuramiento de guardacantos							
Daños en el sello							
Obstrucción del sello							
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>DRENAJE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>				
Inexistencia							
Taponamiento		X					
Longitud insuficiente		X					
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>APOYOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>				
Inexistencia			Existe apoyos fijos de la estructura antigua. Para el sistema aporticado (nuevo) existen apoyos en neopreno				
Desplazamiento							
Descomposición							
Deformación							
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>DISIPADORES LATERALES</b>	<b>CUNETAS DE DERRAME</b>	<b>ACCESOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
		Inexistencia	X	X			
		Socavación			X	En el acceso lateral superior derecho	

# Anexo I. Formato de inspección preliminar puente Jalisco

## FORMATO DE INSPECCION PRELIMINAR DE PUENTES

FECHA:	octubre de 2008	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
NOMBRE DEL PUENTE:	JALISCO	Longitud: 4,0
LOCALIZACION :	VIA SAN BERNARDO - LA CRUZ	Ancho: 4,0
REFERENCIACION :	K32+100 (KO+00 SECTOR EL EMPATE)	
OBSTACULO QUE SALVA:	QUEBRADA JALISCO	TIPO DE FUNCION
TIPO DE PUENTE:	CONCRETO CICLOPEO - BOVEDA	Carreteable



CIMENTACION	UBICACION							OBSERVACIONES	
	AUSCULTACION	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				SECTOR CENTRAL
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Socavación	X	X							
Obstrucción del cauce								No presenta	
Presencia de material de arrastre								No presenta	
Desorientación del cauce	X	X							

SUBESTRUCTURA	UBICACION							OBSERVACIONES	
	AUSCULTACION	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				PILAS CENTRALES
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Fisuras por flexión								No presenta	
Asentamientos								No presenta	
Aplastamiento local								No presenta	
Volcamiento								No presenta	
Segregación	X		X	X		X			
Hormigueros								No presenta	
Fisuras por retracción								No presenta	
Recubrimiento inadecuado del acero								No presenta	
Exposición acero de refuerzo								No presenta	
Corrosión del acero								No presenta	
Descascaramientos								No presenta	
Carbonatación		X			X				
Eflorescencias								No presenta	
Contaminación de concreto	X		X	X		X			
Socavación	X	X							

SUPERESTRUCTURA	UBICACION							OBSERVACIONES
	AUSCULTACION	VIGAS PRINCIPALES			VIGA RIOSTRA		TABLERO	
		IDENTIFIQUE EL ELEMENTO	IZQUIERDA	CENTRAL	DERECHA			
Desgaste de superficie								No presenta
Fisuras por flexión								No presenta
Fisuras por cortante								No presenta
Fisuras por torsión								No presenta
Segregación								No presenta
Hormigueros								No presenta
Fisuras por retracción								No presenta
Recubrimiento inadecuado del acero								No presenta
Exposición acero de refuerzo								No presenta
Corrosión del acero								No presenta
Descascaramientos								No presenta
Carbonatación			X					Por su forma el puente no presenta viagas principales de carga y de arriostamiento.
Eflorescencias								No presenta
Contaminación de concreto								No presenta
Vibraciones								No presenta

**UBICACIÓN**

ADITAMENTOS	AUSCULTACION	BORDILLOS		ANDENES		OBSERVACIONES
		IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	
	Inexistencia	X	X			
	Dimensión insuficiente					
	Exposición acero de refuerzo					
	Desportillamiento					
	Fallas por impactos					
	Segregación					
	Hormigueros					
	Corrosión del acero					
Recubrimiento inadecuado del acero						
Descascaramientos						
Carbonatación						
Eflorescencias						
Contaminación de concreto						
AUSCULTACION	BARANDA		OBSERVACIONES			
	IZQUIERDO	DERECHO				
Inexistencia	X	X				
Ausencia de elementos						
Pintura deteriorada						
Corrosión						
Fracturamiento						

EQUIPAMIENTO GENERAL	AUSCULTACION	SEÑALIZA.	OBSERVACIONES			
	Inexistencia	X				
	Ilegibilidad					
	retroreflexibilidad deficiente					
	Daño general					
	invisibilidad					
	Demarcación defectuosa					
	Agrietamiento de soldadura					
	AUSCULTACION	JUNTA EXPANSION	OBSERVACIONES			
	Inexistencia	X				
Contaminación de la junta						
Perfiles defectuosos						
Perfiles sueltos						
desgaste en los guardacantos						
Desportillamiento						
Fisuramiento de guardacantos						
Daños en el sello						
Obstrucción del sello						
AUSCULTACION	DRENAJE	OBSERVACIONES				
Inexistencia	X					
Taponamiento						
Longitud insuficiente						
AUSCULTACION	APOYOS	OBSERVACIONES				
Inexistencia	X	Por el tipo de estructura que se esta auscultando no tiene apoyos				
Desplazamiento						
Descomposición						
Deformación						
GENERAL	AUSCULTACION	DISIPADORES LATERALES	CUNETAS DE DERRAME	ACCESOS	OBSERVACIONES	
	Inexistencia	X	X			
	Socavación			X	Material de arrastre en los taludes de los accesos superior e inferior	

## Anexo J. Formato de inspección preliminar puente La Valvanera

FORMATO DE INSPECCION PRELIMINAR DE PUENTES

FECHA:	octubre de 2008	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
NOMBRE DEL PUENTE:	LA VALVANERA	Longitud: 9,5
LOCALIZACION :	VIA SAN BERNARDO - LA CRUZ	Ancho: 4,9
REFERENCIACION :	K34+700 (K0+00 SECTOR EL EMPATE)	
OBSTACULO QUE SALVA:	QUEBRADA LA VALVANERA	TIPO DE FUNCION
TIPO DE PUENTE:	CONCRETO REFORZADO	Carreteable



CIMENTACION	UBICACION							OBSERVACIONES	
	AUSCULTACION	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				SECTOR CENTRAL
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Socavación					X				
Obstrucción del cauce								No presenta	
Presencia de material de arrastre								No presenta	
Desorientación del cauce								No presenta	

SUBESTRUCTURA	UBICACION							OBSERVACIONES	
	AUSCULTACION	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				PILAS CENTRALES
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Fisuras por flexión								No presenta	
Asentamientos								No presenta	
Aplastamiento local		X			X			Agritamiento producto de malas técnicas constructivas por inexistencia de elementos de apoyo	
Volcamiento								Gradación del agregado grueso defectuosa	
Segregación		X			X			No presenta	
Hormigueros								No presenta	
Fisuras por retracción								No presenta	
Recubrimiento inadecuado del acero								No presenta	
Exposición acero de refuerzo								No presenta	
Corrosión del acero								No presenta	
Descascaramientos								No presenta	
Carbonatación								No presenta	
Eflorescencias								No presenta	
Contaminación de concreto	X		X	X		X		Presencia de materia vegetal	
Socavación								No presenta	

SUPERESTRUCTURA	UBICACION							OBSERVACIONES
	AUSCULTACION	VIGAS PRINCIPALES			VIGA RIOSTRA		TABLERO	
		IZQUIERDA	CENTRAL	DERECHA				
IDENTIFIQUE EL ELEMENTO								
Desgaste de superficie								No presenta
Fisuras por flexión								No presenta
Fisuras por cortante								No presenta
Fisuras por torsión						X		El lado inferior derecho se encuentra desalineado verticalmente con visibles síntomas de torsión de la estructura
Segregación								No presenta
Hormigueros								No presenta
Fisuras por retracción								No presenta
Recubrimiento inadecuado del acero								No presenta
Exposición acero de refuerzo						X		No presenta
Corrosión del acero								No presenta
Descascaramientos								No presenta
Carbonatación								No presenta
Eflorescencias								No presenta
Contaminación de concreto						X		No presenta
Vibraciones								No presenta

**UBICACIÓN**

	<b>AUSCULTACION</b>	<b>BORDILLOS</b>		<b>ANDENES</b>		<b>OBSERVACIONES</b>
		IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	
		Inexistencia				
Dimensión insuficiente	X	X				
Exposición acero de refuerzo						
Desportillamiento	X					Lado superior izquierdo
Fallas por impactos	X					Lado superior izquierdo
Segregación						
Hormigueros						
Corrosión del acero						
Recubrimiento inadecuado del acero						
Descascaramientos						
Carbonatación						
Eflorescencias						
Contaminación de concreto						
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>BARANDA</b>		<b>OBSERVACIONES</b>		
		IZQUIERDO	DERECHO			
Inexistencia	X	X				
Ausencia de elementos						
Pintura deteriorada						
Corrosión						
Fracturamiento						

	<b>AUSCULTACION</b>	<b>SEÑALIZA.</b>	<b>OBSERVACIONES</b>				
		Inexistencia	X				
		Ilegibilidad					
retroreflexibilidad deficiente							
Daño general							
invisibilidad							
Demarcación defectuosa							
Agrietamiento de soldadura							
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>JUNTA EXPANSION</b>	<b>OBSERVACIONES</b>				
Inexistencia	X						
Contaminación de la junta							
Perfiles defectuosos							
Perfiles sueltos							
desgaste en los guardacantos							
Desportillamiento							
Fisuramiento de guardacantos							
Daños en el sello							
Obstrucción del sello							
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>DRENAJE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>				
Inexistencia	X						
Taponamiento							
Longitud insuficiente							
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>APOYOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>				
Inexistencia			Apoyos fijos				
Desplazamiento							
Descomposición							
Deformación							
<b>GENERAL</b>	<b>AUSCULTACION</b>	<b>DISIPADORES LATERALES</b>	<b>CUNETAS DE DERRAME</b>	<b>ACCESOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
	Inexistencia	X	X				
	Socavación			X	Material de arrastre en los taludes de los accesos superior e inferior		

## Anexo K. Formato de inspección preliminar puente La Cabaña

### FORMATO DE INSPECCION PRELIMINAR DE PUENTES

FECHA:	octubre de 2008	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
NOMBRE DEL PUENTE:	LA CABAÑA	Longitud: 9,0
LOCALIZACION :	VIA SAN BERNARDO - LA CRUZ	Ancho: 5,3
REFERENCIACION :	K36+500 (KO+00 SECTOR EL EMPATE)	
OBSTACULO QUE SALVA:	QUEBRADA LAS DANTAS	TIPO DE FUNCION
TIPO DE PUENTE:	CONCRETO REFORZADO	Carreteable



CIMENTACION	UBICACION							OBSERVACIONES	
	AUSCULTACION	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				SECTOR CENTRAL
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Socavación			X						
Obstrucción del cauce								No presenta	
Presencia de material de arrastre								No presenta	
Desorientación del cauce			X					Cauce redirijido hacia estribo superior	

SUBESTRUCTURA	UBICACION							OBSERVACIONES	
	AUSCULTACION	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				PILAS CENTRALES
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Fisuras por flexión								No presenta	
Asentamientos								No presenta	
Aplastamiento local								No presenta	
Volcamiento								No presenta	
Segregación	X	X	X					La segregación del cuerpo esta tapada por la nueva estructura que se ha construido.	
Hormigueros								No presenta	
Fisuras por retracción								No presenta	
Recubrimiento inadecuado del acero								No presenta	
Exposición acero de refuerzo								No presenta	
Corrosión del acero								No presenta	
Descascaramientos								No presenta	
Carbonatación								No presenta	
Eflorescencias								No presenta	
Contaminación de concreto	X		X	X		X		Presencia de materia vegetal	
Socavación			X						

SUPERESTRUCTURA	UBICACION							OBSERVACIONES
	AUSCULTACION	VIGAS PRINCIPALES			VIGA RIOSTRA		TABLERO	
		IZQUIERDA	CENTRAL	DERECHA				
IDENTIFIQUE EL ELEMENTO								
Desgaste de superficie						X		Desgaste avanzado de la superficie del tablero
Fisuras por flexión								
Fisuras por cortante								
Fisuras por torsión								
Segregación								
Hormigueros								
Fisuras por retracción								
Recubrimiento inadecuado del acero								
Exposición acero de refuerzo								
Corrosión del acero								
Descascaramientos								
Carbonatación								
Eflorescencias								
Contaminación de concreto						X		Alta presencia de material barroso en la superficie del tablero
Vibraciones								



**UBICACIÓN**

	<b>AUSCULTACION</b>	<b>BORDILLOS</b>		<b>ANDENES</b>		<b>OBSERVACIONES</b>
		IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	
		Inexistencia				
Dimensión insuficiente						
Exposición acero de refuerzo						
Desportillamiento						
Fallas por impactos						
Segregación						
Hormigueros						
Corrosión del acero						
Recubrimiento inadecuado del acero						
Descascaramientos						
Carbonatación						
Eflorescencias						
Contaminación de concreto		X	X			
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>BARANDA</b>		<b>OBSERVACIONES</b>		
		IZQUIERDO	DERECHO			
Inexistencia		X	X			
Ausencia de elementos						
Pintura deteriorada						
Corrosión						
Fracturamiento						

	<b>AUSCULTACION</b>	<b>SEÑALIZA.</b>	<b>OBSERVACIONES</b>				
		Inexistencia	X				
		Illegibilidad					
retroreflexibilidad deficiente							
Daño general							
invisibilidad							
Demarcación defectuosa							
Agrietamiento de soldadura							
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>JUNTA EXPANSION</b>	<b>OBSERVACIONES</b>				
Inexistencia		X					
Contaminación de la junta							
Perfiles defectuosos							
Perfiles sueltos							
desgaste en los guardacantos							
Desportillamiento							
Fisuramiento de guardacantos							
Daños en el sello							
Obstrucción del sello							
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>DRENAJE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>				
Inexistencia						Cantidad insuficiente de tubos de drenaje	
Taponamiento							
Longitud insuficiente		X					
	<b>AUSCULTACION</b>	<b>APOYOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>				
Inexistencia						Apoyos fijos	
Desplazamiento							
Descomposición							
Deformación							
<b>GENERAL</b>	<b>AUSCULTACION</b>	<b>DISIPADORES LATERALES</b>	<b>CUNETAS DE DERRAME</b>	<b>ACCESOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
	Inexistencia						
	Socavación			X		Material de arrastre en el talud del acceso inferior derecho	

## Anexo L. Formato de inspección preliminar puente La Chorrera

### FORMATO DE INSPECCION PRELIMINAR DE PUENTES

FECHA:	octubre de 2008	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
NOMBRE DEL PUENTE:	LA CHORRERA	Longitud: 6,1
LOCALIZACION :	VIA LA CRUZ - SAN PABLO	Ancho: 4,7
REFERENCIACION :	K61+900 (K0+00 SECTOR EL EMPATE)	
OBSTACULO QUE SALVA:	QUEBRADA LA CHORRERA	TIPO DE FUNCION
TIPO DE PUENTE:	CONCRETO REFORZADO	Carreteable



CIMENTACION	UBICACION							OBSERVACIONES	
	AUSCULTACION	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				SECTOR CENTRAL
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Socavación								No presenta	
Obstrucción del cauce								No presenta	
Presencia de material de arrastre								No presenta	
Desorientación del cauce								No presenta	

SUBESTRUCTURA	UBICACION							OBSERVACIONES	
	AUSCULTACION	ESTRIBO SUPERIOR			ESTRIBO INFERIOR				PILAS CENTRALES
		ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA	ALETA DERECHA	CUERPO	ALETA IZQUIERDA		
Fisuras por flexión								No presenta	
Asentamientos								No presenta	
Aplastamiento local								No presenta	
Volcamiento								No presenta	
Segregación								No presenta	
Hormigueros								No presenta	
Fisuras por retracción								No presenta	
Recubrimiento inadecuado del acero								No presenta	
Exposición acero de refuerzo								No presenta	
Corrosión del acero								No presenta	
Descascaramientos								No presenta	
Carbonatación								No presenta	
Eflorescencias								No presenta	
Contaminación de concreto								No presenta	
Socavación								No presenta	

SUPERESTRUCTURA	UBICACION							OBSERVACIONES
	AUSCULTACION	VIGAS PRINCIPALES			VIGA RIOSTRA		TABLERO	
		IDENTIFIQUE EL ELEMENTO	IZQUIERDA	CENTRAL	DERECHA			
Desgaste de superficie								No presenta
Fisuras por flexión		X	X					No presenta
Fisuras por cortante								No presenta
Fisuras por torsión								No presenta
Segregación								No presenta
Hormigueros								No presenta
Fisuras por retracción								No presenta
Recubrimiento inadecuado del acero								No presenta
Exposición acero de refuerzo		X	X				X	No presenta
Corrosión del acero							X	
Descascaramientos							X	
Carbonatación							X	
Eflorescencias								No presenta
Contaminación de concreto							X	Materia vegetal recubriendo las caras superficiales
Vibraciones							X	

UBICACIÓN						
	AUSCULTACION	BORDILLOS		ANDENES		OBSERVACIONES
		IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	
	Inexistencia					
	Dimensión insuficiente					
	Exposición acero de refuerzo					
	Desportillamiento	X	X			Lado superior derecho e izquierdo
	Fallas por impactos	X	X			
	Segregación					
	Hormigueros					
	Corrosión del acero					
	Recubrimiento inadecuado del acero					
	Descascaramientos					
	Carbonatación					
	Eflorescencias					
	Contaminación de concreto	X	X			Presencia material vegetal lado externo
	AUSCULTACION	BARANDA				OBSERVACIONES
		IZQUIERDO	DERECHO			
	Inexistencia					
	Ausencia de elementos	X	X			
	Pintura deteriorada	X	X			
	Corrosión	X	X			
	Fracturamiento					

	AUSCULTACION	SEÑALIZA.	OBSERVACIONES		
	Inexistencia	X			
	Ilegibilidad				
	retroreflexibilidad deficiente				
	Daño general				
	invisibilidad				
	Demarcación defectuosa				
	Agrietamiento de soldadura				
	AUSCULTACION	JUNTA EXPANSION	OBSERVACIONES		
	Inexistencia	X			
	Contaminación de la junta				
	Perfiles defectuosos				
	Perfiles sueltos				
	desgaste en los guardacantos				
	Desportillamiento				
	Fisuramiento de guardacantos				
	Daños en el sello				
	Obstrucción del sello				
	AUSCULTACION	DRENAJE	OBSERVACIONES		
	Inexistencia	X			
	Taponamiento				
	Longitud insuficiente				
	AUSCULTACION	APOYOS	OBSERVACIONES		
	Inexistencia		Apoyos fijos		
	Desplazamiento				
	Descomposición				
	Deformación				
	AUSCULTACION	DISIPADORES LATERALES	CUNETAS DE DERRAME	ACCESOS	OBSERVACIONES
	Inexistencia	X	X		
	Socavación				

## **Anexo M. Problemas que se presentan en los puentes y sus posibles causas**

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

La presencia de agua, por una inadecuada evacuación de la misma, da lugar a problemas muy diversos que pueden afectar tanto a los estribos como a las pilas, cabezales, arcos, bóvedas, tableros, vigas, apoyos, terraplenes de acceso, etc., ya sea por la propia acción directa del agua: erosiones, socavaciones, humedad, por su acción como vehículo de otros agentes agresivos: corrosión por sales, ataque por sulfatos, disolución de ligantes en mortero, ó por jugar un papel predominante en otros fenómenos: reacción árido-álcali. En las estructuras metálicas resulta evidente la importancia de evitar la presencia permanente en determinadas zonas de humedad, que acabaran siendo origen de fuertes problemas de corrosión. El mantenimiento de los desagües del tablero es importante.

Las fisuras de flexión son las que se sitúan mas generalmente en la zona central del claro, incluyendo las zonas llamadas de "momentos nulos". Nacen en la fibra inferior, cortan el cordón inferior de la viga, suben por el alma, al principio verticalmente, y luego se inclinan bajo la influencia del esfuerzo cortante cuando se aproximan a los apoyos. Solo pueden existir fisuras inclinadas en el alma. En la cercanía de los apoyos, son fisuras producidas por el esfuerzo cortante. Estas fisuras son activas, es decir, su abertura varía bajo el efecto diario del gradiente térmico (insolación del tablero) y bajo el de la circulación (vehículos pesados). La razón esencial de esta fisuración es un pretensado insuficiente ante las sollicitaciones de flexión de la estructura. Se logra el objetivo de la reparación poniendo en una obra un pretensado adicional después de haber inyectado las fisuras que estén suficientemente abiertas; el umbral de una inyección es del orden de 0.2 a 0.3 mm.

Los altos gradientes térmicos de verano pueden hacer que un puente esté sometido a un ambiente altamente agresivo, lo que unido a la deficiente calidad de los materiales y la alta porosidad del concreto puede producir la alta carbonatación del mismo, acelerando la oxidación de las armaduras y el arrancamiento del concreto en muchas zonas.

La oxidación en mayor o menor grado de la armadura activa puede ser extremadamente grave, pues es sabido que la corrosión bajo tensión es un fenómeno que produce su rotura sin previo aviso, poniendo en peligro la estabilidad del puente. Esta corrosión por lo general puede ser debida a dos causas: recubrimientos defectuosos o insuficientes o fallos en la inyección de las vainas, perdidas de recubrimiento, oxidación de armaduras, grietas y fisuras generalizadas en todos los elementos del puente, mas a menudo en el tablero y las zonas próximas a las juntas y los drenes

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

#### **Anexo N. Procedimientos más usuales para solucionar los problemas más comunes**

Estos se señalan en cada una de las etapas y para los elementos más comunes en los puentes. Se sintetizan a continuación:

- Cauces y cimentaciones.

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

- Subestructuras

- A) Recimentación de pilas y estribos:
  - Utilizando concreto ciclópeo colado bajo el agua.
  - Construcción de una pantalla perimetral de micropilotes.
- B) Reparación y refuerzo de pilas y estribos fracturados por socavación, hundimientos e inclinación por cargas.
  - Utilizando encamisados de concreto.
  - Con el adosamiento de estructuras metálicas.
- C) Reparación de pilotes que presentan fractura y exposición del acero de refuerzo.
- D) Reforzamiento de corona y cabezales.
- E) Inyección de grietas y reposición de concreto degradado.
- F) Reconstrucción de coronas y bancos de apoyo.

- Superestructuras

1.- De concreto:

- A) Reparación de grietas en trabes, diafragmas y losas.
  - Inyección de resinas epoxicas.
- B) Para reforzar los elementos de la superestructura:
  - Adosar soleras metálicas con resinas epoxicas.
  - Incremento del número de trabes.

- Construir sobrelosas.
- Colocar preesfuerzo longitudinal, transversal y vertical.

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

2.- metálicas:

A) Reparaciones por oxidación y corrosión:

- Sustitución de elementos que han tenido pérdidas del área de su sección transversal.
- Reemplazo de remaches y pernos.

B) Para reforzar los miembros de la superestructura:

- Con cubreplacas.
- Con perfiles laminados.
- Incremento del número de trabes.

C) Sustitución de sistemas de piso.

D) Ampliaciones y refuerzo.

3.- Arcos de mampostería y arcos de concreto:

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

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

- Dispositivos De Apoyo

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

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

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

## Anexo O. El Problema de la Corrosión

En la vida diaria con frecuencia se considera a la corrosión de los metales como algo molesto que se debe prevenir y evitar so pena de tener que desechar los elementos afectados o bien tener que limpiarse o pintarse frecuentemente para que puedan dar mayor servicio durante un poco más de tiempo. Los objetos expuestos al medio ambiente son los más susceptibles, principalmente cuando este medio ambiente corresponde a un clima húmedo y cálido. Sin embargo, la corrosión, no es un hecho trivial, sino que, a nivel mundial, viene a ser uno de los fenómenos más trascendentales en la economía de toda sociedad humana.

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

Es interesante hacer la observación de que generalmente se dé preferencia, en el diseño, a la construcción de obras de concreto reforzado o presforzado sobre las de acero estructural, pensando en que estas últimas requieren de una conservación periódica y costosa, mientras que en los primeros basta con llevar, durante la construcción, un estricto control de calidad en la construcción para que la vigilancia y conservación de dichas obras durante su etapa de servicio no sea tan estricta como en el caso de las estructuras de acero. La realidad es que el inicio de la corrosión en las estructuras metálicas es observable con toda claridad y permite tomar medidas oportunas mientras que en las estructuras de concreto el fenómeno permanece encubierto y cuando se descubre el daño, muchas veces, ya es irreparable. Por otro lado se sabe también, que la corrosión bajo tensión en aceros de presfuerzo puede provocar el colapso súbito de las estructuras presforzadas.

- El fenómeno de la corrosión

Acción química, electromecánica, o biológica, lenta o acelerada de la naturaleza o el medio ambiente, que degrada y destruye los materiales. Este fenómeno, al que se da el nombre de corrosión se manifiesta más evidentemente en los cuerpos sólidos como son los metales, las cerámicas, los polímeros artificiales, los agregados y los minerales fibrosos de origen natural. El fenómeno de la corrosión de la materia sólida consiste básicamente en la pérdida del equilibrio en las fuerzas cohesivas. Las fuerzas que mantienen la cohesión de la materia sólida son de naturaleza eléctrica. Esta cohesión es el resultado del equilibrio de las fuerzas de atracción entre los núcleos atómicos positivos y los electrones con carga negativas, con las fuerzas de repulsión de los electrones entre si y de los núcleos atómicos entre si.

- Formas de corrosión.

Para evaluar los daños producidos por la corrosión es muy conveniente clasificarlos según la forma como se producen:

Cuando la superficie del metal se corroe en una forma casi uniforme se dice que la corrosión es de tipo "superficial". Es la forma más benigna o menos peligrosa pues el material se va gastando gradualmente extendiéndose en forma homogénea sobre toda la superficie metálica y su penetración media es igual en todos los puntos. Un ataque de este tipo permite evaluar fácilmente y con bastante exactitud la vida de servicio de los materiales expuestos a él.

A veces el ataque se profundiza más en algunas partes pero sin dejar de presentar el carácter de ataque general constituyendo un caso intermedio entre corrosión uniforme y corrosión localizada, en este caso se dice que se trata de una corrosión "en placas".

Existe otra forma de corrosión, conocida como corrosión "por picadura" que se presenta cuando una superficie metálica que ha sido pasivada se expone a un medio agresivo. Durante el picado, el ataque se localiza en puntos aislados de superficies metálicas pasivas y se propaga hacia el interior del metal formando en ocasiones túneles microscópicos.

La corrosión se puede presentar de varias formas que difieren en apariencia.

- Corrosión general: La corrosión general es la forma más común que se puede encontrar y la más importante en términos de pérdidas económicas. Se caracteriza por un ataque más o menos uniforme en toda la superficie expuesta con solamente variaciones mínimas en la profundidad del daño. En las estructuras se pueden usar recubrimientos especiales para minimizar el ataque de la corrosión.

- Corrosión Galvánica: Se puede producir un daño severo por corrosión cuando dos o más metales distintos se acoplan eléctricamente. Esto se conoce como corrosión galvánica y resulta por la existencia de una diferencia de potencial entre los metales acoplados que causa un flujo de corriente entre ellos. El metal más activo padece una corrosión más acelerada, mientras que la corrosión en los miembros menos activos se retarda o se elimina.

- Corrosión por hendiduras: La corrosión por hendiduras es un tipo que se presenta en espacios confinados o hendiduras que se forman cuando los componentes están en contacto estrecho. Para que se presente la corrosión por hendidura, la hendidura debe ser muy cerrada, con dimensiones menores a un milímetro. Aunque no se han definido los límites de la brecha, es conocido que este tipo de corrosión no se presenta en espacios más grandes.

Para que se presente la corrosión por hendiduras no es necesario que las dos superficies de aproximación sean metálicas. También se ha reportado corrosión por hendiduras formadas por varios materiales no metálicos (polímeros, asfaltos, vidrio, neopreno) en contacto con superficies metálicas. El



hecho de que esto pueda ocurrir es de una importancia especial en la aplicación y selección de materiales de juntas de dilatación, apoyos, etc.

- Picaduras: Las picaduras son una parte localizada de corrosión en la que el ataque está confinado a muchas cavidades pequeñas en la superficie del metal. Las cavidades que se forman pueden variar en cantidad, tamaño y forma. Las picaduras pueden contribuir de manera importante a una falla general, en componentes sujetos a esfuerzos muy altos, dando como consecuencia la falla por corrosión bajo tensión. El picado se puede presentar en varios metales y aleaciones, pero los aceros inoxidable y las aleaciones de aluminio son susceptibles en especial a este tipo de degradación.

- Agrietamiento por corrosión y esfuerzos: El agrietamiento por corrosión y esfuerzos es una falla corrosiva en la que se forman las grietas de un componente bajo la acción combinada de esfuerzos mecánicos y un medio ambiente agresivo. Los esfuerzos y el medio ambiente agresivo se unen para ocasionar una falla súbita.

Por lo general los requisitos para que se presente la corrosión son dos:

1.- Un metal o aleación susceptibles. Aceros de alta resistencia, latones y aceros inoxidable, y aleaciones comunes de aluminio, acero, hierro, etc.

2.- Un medio ambiente específico. Por lo general un ambiente húmedo o salado, o en su defecto un ambiente lleno de iones específicos (iones de cloruro, iones de amonio, etc.)

- Mantenimiento rutinario

Las acciones del mantenimiento rutinario más comunes son las siguientes: Limpieza de drenes, limpieza de juntas, pequeños rellenos en zonas erosionadas en los terraplenes de acceso, limpieza en zona de apoyos, pintura de barandillas, señalamientos, etc. Todas estas operaciones se llevan a cabo por los equipos encargados del mantenimiento ordinario de la carretera.

Barreras de seguridad y barandillas. El mantenimiento y renovación de las barreras de seguridad doble-onda en las estructuras está sujeto a los mismos condicionantes que en el resto de la carretera. Únicamente se da el problema diferencial de la oxidación.

Aceras y canalizaciones. La corrosión de los anclajes que unen las piezas a la estructura, los movimientos diferenciales, los usos de explotación diferentes a los previstos inicialmente, etc. , unidos a los defectos de la colocación inicial, dan lugar a bastantes reparaciones algunas muy costosas y complejas. Además, en ocasiones, el concreto con el que se construyeron estos elementos

es de menor calidad que el empleado en la estructura por lo que en aceras e impostas se dan comparativamente bastantes problemas de deterioro.

El pavimento. Normalmente la vida de las mezclas asfálticas sobre tableros es mucho más dilatada que en pavimentos normales produciéndose la rotura al cabo de los años por cuarteos debidos al propio envejecimiento de la mezcla y el despegue propiciado por el agua que escurre entre el pavimento y la losa. Por otra parte es obvia la conveniencia de no reparar el pavimento añadiendo una capa sobre la existente por lo que supone de sobrecarga y en muchos casos la anulación de bordillos, drenes y juntas de dilatación. Por consiguiente las acciones de conservación que se llevan a cabo sobre el pavimento de los puentes consisten en el sellado de grietas o el extendido de capas finas a base de lechadas asfálticas que regeneran las características superficiales y a la vez que mejoran la impermeabilidad de las losas. En otros casos es necesario eliminar el pavimento existente mediante fresado o demolición, y extender una nueva capa de mezcla asfáltica previa renovación o implantación de la correspondiente capa de impermeabilización.

Otro tipo de acciones es la reparación de daños producidos por golpes. Con cierta frecuencia se producen colisiones del tráfico con las obras, especialmente de vehículos que circulan con altura excesiva de carga por pasos inferiores, aunque también dentro de la propia autopista por colisionar contra pilas, etc. Estos daños cuando se producen son reparados aunque no constituyan un peligro inmediato para el buen funcionamiento de la estructura. La reparación consiste normalmente en la eliminación del concreto roto y su sustitución por un mortero de reparación.

#### **Anexo P. Acciones de reparación**

- Cambio de apoyos elastoméricos.

Aunque presumiblemente en un futuro sea necesaria la renovación de apoyos, esta no será necesaria hasta el momento en que se observen roturas o envejecimiento que hagan aconsejable su sustitución. Sin embargo es obligatoria la revisión de la posición de estos apoyos, pues puede ser necesario recolocar algunas pastillas de neopreno que pudiesen haberse desplazado de su posición original como consecuencia, normalmente, de una mala colocación inicial y de un deficiente apoyo de la estructura.

También puede ser necesario corregir el descenso de algunas líneas de apoyos sobre estribos cimentados en terraplenes o macizos que han sufrido asentamientos. Estos descensos producen un quiebro brusco en el perfil longitudinal que es preciso corregir para mantener la regularidad de la rasante.

La elevación de apoyos es una de las acciones de conservación más complejas y costosas ya que exige el levantamiento del tablero mediante gatos, el desvío del tráfico y la demolición parcial y posterior reconstrucción de los muretes de contención del firme.

A continuación el procedimiento constructivo del cambio de apoyos:

Paso uno: Se colocan los gatos bajo el diafragma, levantando la superestructura hasta la altura necesaria para realizar maniobras. El accionamiento de los gatos será de forma simultánea de tal manera que no se modifique la pendiente del puente.

Paso dos: Se colocan apoyos provisionales bajo el diafragma cuidando que los gatos de elevación desarrollen la misma fuerza y la bajar las traveses se conserve la pendiente original del puente.

Paso tres: Se procede a reparar la cara inferior del trabe, si fuera necesario. Se prepara la superficie de la corona para la colocación del nuevo apoyo.

Paso cuatro: Una vez que bajo las traveses estén colocadas sus placas de apoyo definitivo, se levanta la superestructura nuevamente y se retiran los apoyos provisionales y la calza, para asentar nuevamente la estructura de manera definitiva.

- Inyección de grietas

Pasos a seguir para la inyección de grietas:

1.- Preparación de la superficie. Limpiar con un cepillo de alambre el área de la grieta removiendo el concreto deteriorado, quedando una superficie libre de grasas y polvo. Cuando exista humedad en la fisura es preciso retirarla a base de aire comprimido de tal manera que la fisura quede totalmente seca.

2.- Colocación de la pasta de poliéster (sellador): Se aplica con una espátula sobre el inyector, esta pasta deberá ser capaz de soportar la presión de inyección sin que se bote.

3.- Colocación de inyectores. Colocar los inyectores a lo largo de la fisura sujetándolos por medio de un clavo. Colocar pasta sellador a lo largo de toda la fisura de tal manera que no pueda fugarse la resina durante la inyección. Cuando las fisuras atraviesen todo el elemento se deberán colocar inyectores en ambos lados.

4.- Prueba de sello. Una vez endurecido el sello, se conectaran las mangueras a los inyectores y mediante aire a baja presión se comprobara la comunicación de todos los puntos de salida y la estanqueidad del sello.

5.- Inyección. Una vez comprobada la continuidad de los puntos se deberá realizar lo siguiente:

a) Preparar la resina.

b) Iniciar la inyección por el punto extremo inferior de la fisura hasta que la resina salga por el siguiente punto.

c) Cortar la manguera y pizarla con hilo de alambre de tal manera que esté totalmente cerrada.

d) Seguir inyectando hasta que la resina salga por el inyector superior, cerrarlo y mantener la presión durante algunos minutos para asegurar el llenado completo de la fisura.

e) Dejar un testigo de resina para que después se pueda verificar su endurecimiento.

f) Para realizar la inyección se utilizara un recipiente provisto de un manómetro de manera que se pueda controlar la presión de inyección (no mayor a 5 kg/cm<sup>2</sup> y no menor a 1.5 kg/cm<sup>2</sup>).

6.- Limpieza. Se deberá secar la resina por lo menos 24 horas y se verifica que haya endurecido. Una vez endurecida la resina, retirar la pasta selladora e inyectores, y limpiar y pulir la superficie.

- Cambio de juntas de dilatación.

Las juntas son seguramente el elemento más delicado del equipamiento. Estas juntas, por definición, tienen la tarea de unir los espacios libres, requeridos por razones del comportamiento estructural entre dos elementos de un puente.

Una junta eficiente tiene que cumplir característicamente con los siguientes requisitos:

1. Transmisión de cargas y libertad de movimiento.
2. Durabilidad de todos los elementos de la junta.
3. Emisión baja de ruidos durante el paso de vehículos.
4. Autolimpiables.

Las acciones del tráfico inciden directamente sobre ellas mediante sollicitaciones de impacto repetitivas, lo que produce el agotamiento por fatiga o el desgaste de sus componentes, a los que hay que añadir la corrosión de los elementos metálicos y el envejecimiento de perfiles de goma, morteros, etc. Las acciones que se llevan a cabo son de dos tipos:

Reparación de juntas: sustitución de módulos retos, apretado de tuercas, y tornillos, reparación del mortero lateral roto o cuarteado, sustitución de perfiles de goma envejecidos o despegados.

Renovación de juntas: cambio de la junta por una nueva. En este caso es posible en bastantes ocasiones colocar una nueva junta más sencilla que la

original debido a que los movimientos iniciales de la estructura (fluencia, retracción, etc.) no han de tenerse en cuenta.

- Procedimiento constructivo de modernización de junta de calzada:

1.- Cortar y retirar la carpeta asfáltica en un ancho de 20 cm. En ambos lados de la junta de dilatación.

2.- Realizar la demolición de la losa y hasta 15 cm. Dentro de la banqueta para fijar el remate de la junta de dilatación.

3.- Retirar ángulos y placa de acero de junta existente.

4.- Colocar y habilitar perfil en la calzada en ambos lados de la junta.

5.- Checar nivelación de la junta.

6.- Colar y vibrar perfectamente zona de juntas.

7.- una vez fraguado el concreto se colocara el perfil de neopreno.

- Tratamiento de armados expuestos.

El procedimiento más común para el tratamiento de las armaduras oxidadas:

- Se descubrirán picando todo el concreto que las cubre.
- Se eliminara el oxido no adherido (cepillo de alambre o chorro de arena), después se les aplicara una pintura anticorrosiva.
- Si la armadura presenta una pérdida de sección notable se suplantarán, si es posible, con una nueva soldada a la antigua.
- Rehabilitación del concreto degradado.

Su necesidad surge por varios motivos. El proceso normal de degradación de las estructuras de concreto armado al estar sometido a las acciones ambientales da lugar a que se presente algunas degradaciones que es necesario reparar para evitar daños mayores.

Por una parte la inevitable carbonatación del concreto va penetrando progresivamente hasta alcanzar las armaduras, que pierden así la protección que les proporcionaba la elevada basicidad inicial. Este efecto, unido al ingreso de cloruros procedente fundamentalmente de las sales de deshielo, facilita la corrosión de las armaduras con los efectos negativos sobre el concreto, que conlleva a fisuración, delaminación y desintegración más o menos localizadas.

Por otra parte, los fenómenos químicos del tipo reacciones árido-álcali y similares, que cuando se producen, dan origen a hinchamientos que se traducen normalmente en fisuración. Esta fisuración es debida en muchos casos a la superación de la resistencia a la tracción.

Estos procesos de degradación están ligados principalmente a dos factores: la mayor o menor permeabilidad del concreto y la existencia de agua que pueda acceder a la masa del concreto.

Esta serie de causas da lugar a un conjunto de acciones destinadas a rehabilitar el concreto y las armaduras deterioradas y a mejorar el sistema de impermeabilización y evacuación del agua, enemigo número uno de las obras.

El procedimiento para la rehabilitación del concreto degradado se expone a continuación:

El concreto alterado se saneará incluyendo las zonas fisuradas demoliendo, la superficie así obtenida se limpiará cuidadosamente (cepillo metálico o chorro de arena) antes de colocar el concreto o el mortero que sustituirá la zona desaparecida. Este nuevo mortero o concreto deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Tener una adherencia perfecta con el concreto viejo. Es normal para garantizarlo dar una impregnación de resina epóxica a la superficie de contacto.
- Resistencia mecánica mayor o igual a la del soporte.
- Baja o nula retracción.
- Modulo de deformación ligeramente al concreto de la pieza de soporte.
- Coeficiente de dilatación térmica próxima a la del soporte.

Estas condiciones suelen cumplirlas básicamente bien los morteros de cemento con los aditivos correctos.

- Protección de pilas (Encamisado)

Este procedimiento se utiliza en la mayoría de las ocasiones para protección de la mampostería contra impactos, socavación o reforzamiento de las pilas, por lo regular se realiza de la siguiente manera:

Etapa 1.- Si existe escurrimiento se deberá desviar por medio de costaleras, y excavar hasta el nivel de desplante de la cimentación dejando un espacio suficiente para efectuar los trabajos.

Etapa 2.- Resanar con Grout los huecos existentes en la mampostería.

Etapa 3.- Colocar elementos de anclaje con una separación aproximada de 100 cm. En ambos sentidos para fijar la malla de refuerzo.

Etapa 4.- Colocar y fijar la malla a los elementos de anclaje dejando una separación mínima de 7.5 cm entre la malla y la mampostería.

Etapa 5.- Colar concreto de 15 cm de espesor, se puede utilizar también concreto lanzado.

- Refuerzo con placas y perfiles metálicos

En cuanto al refuerzo con PLACAS y perfiles metálicos los más frecuentes son los siguientes:

a) Refuerzo con perfiles metálicos superpuestos.

b) Refuerzo con placas metálicas ancladas. Se caracteriza por la colocación de placas metálicas ancladas al elemento que se va a reforzar a través de conectores, consiguiendo así una unión casi continua a nivel de sección.

c) El refuerzo con placas metálicas encoladas es posible gracias al desarrollo de las formulaciones de las resinas epóxicas que han resuelto el problema de unir piezas de acero al concreto sin necesidad de anclajes.

La preparación y limpieza de la superficie del concreto es fundamental. La resina utilizada deberá tener una excelente adherencia al concreto y al acero, y además baja retracción y fluencia, modulo de elasticidad adecuado, y estabilidad a lo largo del tiempo.

Las placas de acero serán de calidad igual o superior del A-37, y espesor en general menor de 3 mm, se prepararán en taller y serán protegidas para evitar toda oxidación y deterioro en el transporte y hasta la puesta en obra.

Los procedimientos activos de refuerzos pueden ser realizados mediante el empleo del pretensado, gatos planos, pre deformaciones de placas, etc. De todos ellos el empleo de las técnicas y elementos de pretensado es el más versátil y utilizado.

En cimentaciones tiene mucha aplicación en los casos de:

- Refuerzos de zapatas con armaduras y dimensiones insuficientes.
- Transmisión de cargas de unos elementos defectuosos o insuficientes, por ejemplo, pilotes, a otros nuevos.
- Y en cimentaciones ya realizadas cuando el suelo es excesivamente deformable para transferir la carga del terreno a otros elementos de cimentación profunda.

En elementos de contención, el caso más frecuente es el refuerzo de muros en el que es técnica normal el anclaje del terreno mediante pretensado.

En el caso de refuerzo de tableros de puentes y, en general de la superestructura, en algunos casos, ha sido posible incluso cambiar el tipo

estructural, por ejemplo, pasar de un puente vigas a un puente de losa mediante un pretensado transversal.

- Uso del presfuerzo

Si se revisa la capacidad de carga de un puente tomando en cuenta las cargas vivas con que fue diseñado y las que actualmente transitan, casi siempre resultara que el puente necesita ser reforzado para absorber los elementos mecánicos producidos por las cargas actuales.

El método más común para el reforzamiento de los puentes es el presfuerzo exterior, que consiste en cables de acero de presfuerzo, con los cuales se obtiene una resultante normal a la superestructura del puente que ayuda a absorber los momentos y cortantes producidos por las cargas vivas actuales.

Una vez que se a determinado que el puente requiere reforzarse, el procedimiento constructivo a seguir es el siguiente:

- 1.- Realizar perforaciones en nervaduras para dar paso al presfuerzo transversal para colocar los bloques desviadores.
- 2.- Escarificar nervaduras en la zona donde se colocaran los bloques desviadores.
- 3.- Armar y colar los bloques desviadores.
- 4.- Alrededor de los tubos desviadores sellar con mortero Grout.
- 5.- Fabricar los bloques metálicos de anclaje.
- 6.- Colocar el señalamiento respectivo y cerrar parcialmente la circulación para retirar carpeta asfáltica existente y demoler losa para colocar los bloques de anclaje.
- 7.- Una vez que los bloques hayan alcanzado su resistencia de proyecto, se insertaran las barras de presfuerzo y se tensaran al 50% de su fuerza de servicio para estabilizar los asentamientos del bloque desviador.
- 8.- Ya asentados los bloques, se procederá a tensar las barras transversales de presfuerzo al 100% de su fuerza de tensado.
- 9.- Montar los bloques de anclaje, colocando mortero Grout para asegurar un adecuado contacto entre superficies.
- 10.- Cuando se haya tensado todo el presfuerzo de todos los bloques desviadores y los bloques de anclaje hayan sido colocados se procederá a introducir y posteriormente tensar el acero de presfuerzo longitudinal, el tensado de estos cables deberá ser por un extremo y simultáneo.



11.- Colar la zona donde se colocó el dispositivo metálico de anclaje, dejando la reservación para la colocación de la junta de dilatación.

12.- Colocar la carpeta asfáltica en la calzada y en los accesos.

13.- Realizar limpieza general y restituir la circulación normal del puente. Para el mantenimiento de los bloques de anclaje se recomienda:

- Eliminar el antiguo mortero de relleno del cajetín.
- Eliminar el óxido de las cabezas de anclaje.
- Restituir el relleno a base de morteros especiales.

Los cables de presfuerzo que van por fuera de la estructura no necesitan mantenimiento por ir dentro de un poliducto que los protege contra los agentes del intemperismo.