

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA



FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

EVALUACION DE LAS FALLAS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CHONTA

DE LA RED VIAL CAJAMARCA - BAÑOS DEL INCA

TESIS PARA OPTAR POR TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR: Ing° Roberto Mosqueira Ramírez

BACHILLER: Karina Liliana Polanco Roque

Cajamarca, Perú

- 2013 -



DEDICATORIA

Primeramente a Dios, por todas las bendiciones que me ha brindado y por darme la salud para poder realizar mis metas.

A mis padres, Raúl Polanco e Hilda Roque por enseñarme valores, principios, por todo el apoyo y la fuerza que me dan para poder cumplir con mis sueños, y por la confianza depositada en mí.

A mis hermanas Silvia, Teresita, Katherine y sobrinos Luis Gustavo y María Fernanda, por sus palabras de aliento, la alegría entregada y por acompañarme en este desafío.

Y por último, pero no menos importante a mi inspiración mi Abuelita Ricardina, por ser mi ejemplo de bondad y entereza, que desde el cielo me supo guiar por el camino de la fe.



AGRADECIMIENTO

A mi asesor:

Ing. Roberto Mosqueira Ramirez, por todos los conocimientos impartidos, por la ayuda brindada y por direccionarme sabiamente en este proyecto.

A mi enamorado y compañero por apoyarme y ayudarme en la obtención de mis resultados y ser mi soporte y calma en los momentos difíciles de este proceso.

A ellos gracias por su paciencia y guía en esta travesía.



ÍNDICE

Contenido	Página
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Tablas	viii
Índice de Figuras	ix
Resumen	xi
Abstract	xii
Introducción	xiii
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	1
1.1 Antecedentes	1
1.1.1 Internacionales	1
1.1.2 Nacionales	4
1.1.3 Locales	7
1.2 Bases teóricas	8
1.2.1 Puente	8
1.2.1.1 Componentes principales de un puente	9
1.2.1.2 Clasificación de los puentes	15
1.2.1.3 Solicitaciones para puentes carreteros	16
1.2.2 Área hidráulica del puente	20
1.2.3 Socavación	21
1.2.3.1 Tipos de socavación	22
1.2.4 Fallas	25



1.2.4.1 Fallas por compresión	25
1.2.4.2 Fallas a tracción	25
1.2.4.3 Fallas probables en los estribos	25
1.2.5 Eflorescencia	26
1.2.5.1 Orígenes y causas de la eflorescencia	27
1.2.6 Índice medio diario (IMD)	30
1.2.6.1 Cálculo del IMD	30
1.2.6.2 Proyección del tráfico	30
1.2.7 Tablas de evaluación de puentes	31
1.2.7.1 Según la norma mexicana	31
1.2.7.2 Según el Ministerio de Transportes	32
1.3 Términos básicos	34
CAPÍTULO 2: DISEÑO METODOLÓGICO	36
2.1 Planteamiento del problema	36
2.1.1 Selección del problema	36
2.1.2 Formulación del problema	37
2.1.3 Justificación de la investigación	37
2.1.4 Limitaciones y restricciones de la investigación	38
2.2 Objetivos de la investigación	38
2.2.1 Objetivo general	38
2.2.1 Objetivos específicos	38
2.3 Hipótesis	38
2.4 Variables	39
2.4.1 Unidad de análisis	39
2.4.2 Variable	39



2.5 Tipo de investigación y análisis	39
2.5.1 Tipo de investigación	39
2.5.1.1 Descriptiva	39
2.5.1.2 De campo	40
2.5.1.3 Bibliográfica	40
2.5.1.4 Diseño de la Investigación	40
2.5.2 Tipo de análisis	40
2.6 Diseño metodológico	42
2.6.1 El universo de la investigación	42
2.6.1.1 Localización	42
2.6.2 Técnicas, instrumentos y fuentes para obtener los datos	42
2.6.2.1 Técnicas	42
2.6.2.2 Instrumentos	43
2.6.3 Muestra de la investigación	50
2.6.4 Forma de tratamiento de los datos	50
2.6.5 Forma de análisis de las informaciones	50
2.7 Materiales o herramientas y recursos humanos	51
2.7.1 Recursos humanos	51
2.7.2 De campo	51
2.7.3 De gabinete	51
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	52
3.1 Resultado de la investigación	52
3.1.1 Parámetros geomorfológicos del río Chonta	52
3.1.2 Caudal máximo y tirante máximo probable	53
3.1.3 Socavación	53



3.1.4 Índice medio diario	53
3.2 Análisis de la información	56
3.2.1 Evaluación de las fallas en la superestructura del puente	56
3.2.2 Evaluación de las fallas en la subestructura del puente	57
3.2.3 Descripción del estado del puente	57
3.3 Contrastación de la hipótesis	64
3.4 Interpretación de la información	64
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
Conclusiones	65
Recomendaciones	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXOS	70



ÍNDICE DE TABLAS

Título	Página
Tabla 1. Criterios de Evaluación	32
Tabla 2. Cuadro de Condición global del Puente	33
Tabla 3. Matriz de Consistencia	41
Tabla 4. Conteo de Tráfico Caminos Rurales	44
Tabla 5. Ficha técnica No 2	45
Tabla 6. Inventario de Puentes	48
Tabla 7. Índice Medio Diario	54
Tabla 8. Índice Medio Diario	55



ÍNDICE DE FIGURAS

Título	Página
Figura 1. Mecanismo de vortis de estela	6
Figura 2. Mecanismo de vortis de herradura	6
Figura 3. Trabe estándar	11
Figura 4. Trabe tipo NU	11
Figura 5. Trabe tipo cajón	11
Figura 6. Trabe tipo T y doble T	12
Figura 7. Trabe de concreto	12
Figura 8. Tipos de estribo	14
Figura 9. Diagrama de gálibos para puentes	18
Figura 10. Vista en planta de las características hidráulicas de paso de un puente	20
Figura 11. Socavación de puentes	22
Figura 12. Desarrollo de la eflorescencia primaria	28
Figura 13. Desarrollo de la eflorescencia secundaria	29
Figura 14. Socavación en el puente	53
Figura 15. Socavación aguas abajo en el estribo izquierdo del puente	58
Figura 16. Filtración en las vigas del puente	59
Figura 17. Eflorescencia producida en la parte inferior de la losa del puente	59
Figura 18. Socavación aguas abajo en el estribo derecho del puente y acumulación de sedimentos.	60



Figura 19. Vista general de la socavación producida en el puente y acumulación de sedimentos	60
Figura 20. Desprendimientos de revestimiento en los estribos del puente, cangrejas y grietas que ocasionan filtración de agua de lluvia.	61
Figura 21. Cangrejas y desprendimiento significativo de bloque de revestimiento en el estribo derecho.	61
Figura 22. Formación de hongos y deterioro en la estructura producto de las filtraciones.	62
Figura 23. Filtración de aguas de lluvia	62
Figura 24. Acumulación de escombros y de basura en la cimentación de los estribos	63
Figura 25. Superficie de rodadura del puente no se puede visualizar los daños por el recubrimiento del asfalto.	63



RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las fallas estructurales del puente Chonta y proponer soluciones en las estructuras falladas mediante la reparación y reforzamiento, los datos fueron tomados en diciembre del 2012 y enero del 2013 mediante observación directa y haciendo uso de diversos formatos y tablas de evaluación de diferentes instituciones para realizar un conteo de los vehículos que transitan por el puente para determinar el incremento del IMD, así como el tipo de los mismos identificando de esta manera el cambio en la carga de diseño en la estructura y su prioridad de reparación según su estado. Se pudo comprobar que el puente presenta fallas en la sub y superestructura lo cual pone en alto riesgo la vida útil del mismo de no tomarse las medidas necesarias para su mantenimiento y/o reforzamiento. Después de haberse realizado el análisis o evaluación se concluye que además de la antigüedad del puente Chonta como factor determinante, este ha sufrido cambios en cuanto al volumen de tráfico y el tipo de vehículos que transitan por él, lo cual ha generado inseguridad en la estructura y ha ido deteriorándolo arriesgando su estabilidad, por lo tanto la clasificación del puente Chonta dentro de la norma peruana dada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones se encuentra dentro de la calificación 3 considerado un estado de **Malo** y según la norma mexicana se ubica en la **categoría B**.

Palabras Clave: Puente, evaluación, mantenimiento, reparación, inspección.



ABSTRACT

The objective of the present investigation is to evaluate the structural faults in the Chonta Bridge and propose solutions for the repair and strengthening of the problematic areas. The data was collected in December 2012 and January 2013 by direct observation. Also gathered were statistics referencing the number, type and weight of vehicles transiting the bridge. This data was used not only to monitor changes in traffic volume but also to identify changes in the bridge's structural design load and thereby prioritize repair work. It was determined that the bridge had suffered deterioration and faults in its lower and upper structures due to increased traffic flow, weight of the vehicles and overall age of the bridge. These faults put the bridge's stability at risk and present a high degree of risk to human life if precautions are not taken to maintain and strengthen the bridge. Therefore the classification of the bridge according with Peruvian norm is considered rating 3 a bad state and according to the standard Mexican is located in category B.

Key words: Bridge, evaluation, maintenance, repair, inspection.



INTRODUCCIÓN

Las vías de acceso son instrumentos de suma importancia para mantener la comunicación entre dos pueblos. Cuando estos pueblos son interrumpidos por un río se hace imperiosa la necesidad de construcción de un puente para contribuir al desarrollo de los mismos.

Los puentes en todo el mundo han ido evolucionando con el paso de los años, adquiriéndose nuevos diseños, nuevos materiales, un proceso constructivo diferente, así como mano de obra cada vez más calificada, el cumplimiento de estos nuevos retos ingenieriles, y el elevado costo de la construcción de los mismos hace de suma importancia realizar un mantenimiento continuo para evitar las fallas y su posterior deterioro y/o colapso.

La carretera que une Cajamarca – Baños del Inca, cuenta con el puente Chonta el cual juega un papel importante en el nivel socioeconómico y turístico del distrito, motivo por el cual es de vital importancia tener vías de comunicación óptimas que contribuyan de manera significativa en el desarrollo de la localidad.

El puente Chonta es la principal vía de acceso al distrito de Baños del Inca y corresponde a la red nacional Cajamarca – Celendín, Balsas y Cajamarca – Cajabamba, Huamachuco y contribuye a potenciar el corredor turístico Kuelap y la Libertad por lo que la presente investigación es de suma importancia para la transitabilidad vial, razón que nos motivó su estudio, evaluación de reforzado y reparación.



CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

1.1.1 Internacionales.

➤ Flores (2004), menciona que el mantenimiento de puentes es una de las actividades más importantes entre las que hay que realizar para llevar a cabo la conservación de una red de carreteras. Su objetivo final, como la de toda labor de conservación, es la del mantenimiento de todas las condiciones de servicio de la carretera en el mejor nivel posible.

También nos dice, La infraestructura de un país y su desarrollo constituyen la plataforma más importante para su crecimiento económico. En este contexto la infraestructura que permite la comunicación por vía terrestre, el puente, 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 esto podemos encontrar la gran importancia de la función de los puentes no sólo en nuestro país sino en todo el mundo, ya que nos permite acortar distancias



y facilitar el tránsito de las personas y vehículos, ofreciendo así soluciones de desarrollo para cada región o ciudad.

En el documento también podemos encontrar algunos conceptos básicos de puentes, definiciones, tipos de puentes, sus componentes, las solicitaciones de carga, etc., incluso nos habla de algunos programas de conservación de puentes carreteros los cuales podemos tomar en cuenta para la aplicación en nuestro país y especialmente en el puente en estudio.

La investigación es un aporte ingenieril muy significativo para los estudiantes, profesionales o instituciones involucradas en el mantenimiento de puentes ya que sirve como referencia al momento de realizar una evaluación de estas estructuras para determinar sus posibles fallas estructurales, en ella evalúa diferentes puentes de México los cuales no recibían mantenimiento adecuado y propone soluciones de reparación y reforzamiento para cada una de las partes comprometidas de los puentes, con fines de prevenir su deterioro y futuro colapso.

➤ La propuesta de INVIAS (Ministerio de Transportes instituto nacional de vías) (2006) de un Manual para la inspección visual de puentes y pontones proporciona una guía la cual contiene herramientas prácticas para ser aplicadas por los ingenieros civiles con el fin de obtener un informe detallado de los daños encontrados en las diferentes partes del puente y que permitan identificar el tipo de daño, la severidad de las fallas, entre otros, y de esta manera poner en alerta a



las autoridades responsables para su rápida acción en la reparación de las estructuras deterioradas.

En esta guía podemos encontrar los procedimientos que se deben seguir para realizar un análisis estructurado y detallado, también hace recomendaciones de los materiales con los que debemos contar al momento de realizar la inspección de cada uno de los elementos de los puentes, identificando primero el tipo de puente a evaluar, las partes de los mismos, si cuenta o no con señalización adecuada, de esta manera podremos calificar los daños de la estructura, si fueron en el diseño, al momento de la construcción o durante su funcionamiento, a la vez proporciona formatos y código de registro y listado de cuantificación de daños con los cuales nos podemos apoyar para brindar una calificación más precisa del puente.

➤ Rendón (2008), en el curso Reforzamiento de Estructuras con Materiales Compuestos FRP, menciona experiencias colombianas en la reparación de diferentes estructuras, usando la fibra de carbono, vidrio, aramida, las platinas de fibras de carbono, y las abarras de carbono y vidrio, las cuales se adhieren a elementos estructurales como columnas , vigas, muros usando resinas epoxicas, conformando un sistema de gran resistencia a las nuevas cargas impuestas a la estructura.

La empresa Sika ha auspiciado el uso de materiales compuestos FRP entre la comunidad de ingenieros, calculistas y constructores mediante la introducción de tecnologías europeas a tal punto que en Colombia y muchos otros países se



cuenta con un gran número de estructuras reparadas como puentes, edificios industriales, edificios habitacionales, iglesias y tanques.

1.1.2 Nacionales.

➤ El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2004), elabora una Guía muy importante en la cual proporciona pautas para realizar la inspección apropiada de los componentes de los puentes. En ella también nos indica las características que deben tener los profesionales para realizar las inspecciones e incluye también el tipo de material conveniente para hacer una evaluación adecuada con el fin de evaluar y controlar los daños y/o fallas que estos vayan teniendo con el paso del tiempo, las cuales se irán contrastando con un formato que nos servirá para la toma de datos. La guía que nos ofrecen es un importante aporte para la evaluación de los puentes, explica punto por punto las partes a considerar, y los daños que pueden sufrir las diferentes componentes de la estructura, propone también una tabla de calificación por puntajes, para así considerar el estado crítico o no crítico del puente.

➤ Zecenarro (2011), citado por PROVIAS NACIONAL elabora un documento llamado balance de la gestión y administración de puentes en la red vial nacional, y hace referencia a las gestiones realizadas en las diferentes instituciones nacionales, y nos menciona:



Hasta antes del 2003 los trabajos de la ex - Dirección de Puentes del MTC se orientaban a la construcción de puentes nuevos, a la atención de emergencias, o de ser el caso a rehabilitaciones de manera reactiva.

La mínima implementación de una política sistematizada y permanente de atención de puentes. A fines del año 1998 se había elaborado el Estudio General de Puentes cuyas recomendaciones se aplicaron muy discretamente por la Dirección de Puentes, hasta su desaparición a fines del año 2001. El producto se desactualizó. Entre otros, nos hace ver la falta de dirección en las instituciones representativas de nuestro país, lo cual conlleva al abandono de los puentes una vez terminada su construcción, nos presenta unas gráficas en las cuales podemos observar las pérdidas estructurales de los diferentes puentes con respecto al tiempo.

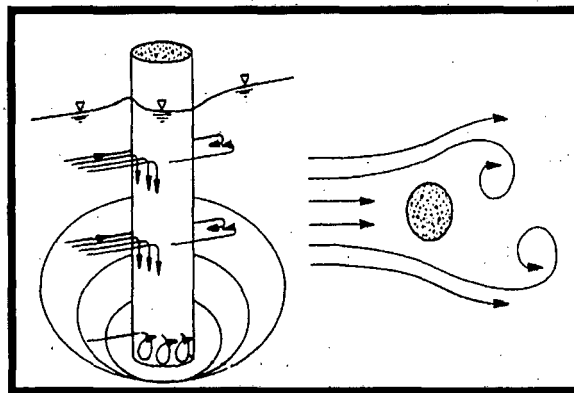
Nos hace notar que en la actualidad se vienen implementando programas de gestión así como incremento en el presupuesto destinado para el mantenimiento de puentes, pero que aún es insuficiente, más aún el avance que se viene teniendo nos da expectativas positivas y se espera que con el transcurrir del tiempo poco a poco se dedique más interés a la conservación de estas estructuras tan importantes y necesarias.

➤ Mosqueira (2011), Tesis Magistral Pontificia Universidad Católica del Perú, evalúa las obras de infraestructura vial dañados por el Fenómeno del Niño, teniendo un especial cuidado en los puentes de la Red Vial Norte y concluye diciendo que la mayoría de los puentes colapsados con apoyos intermedios se



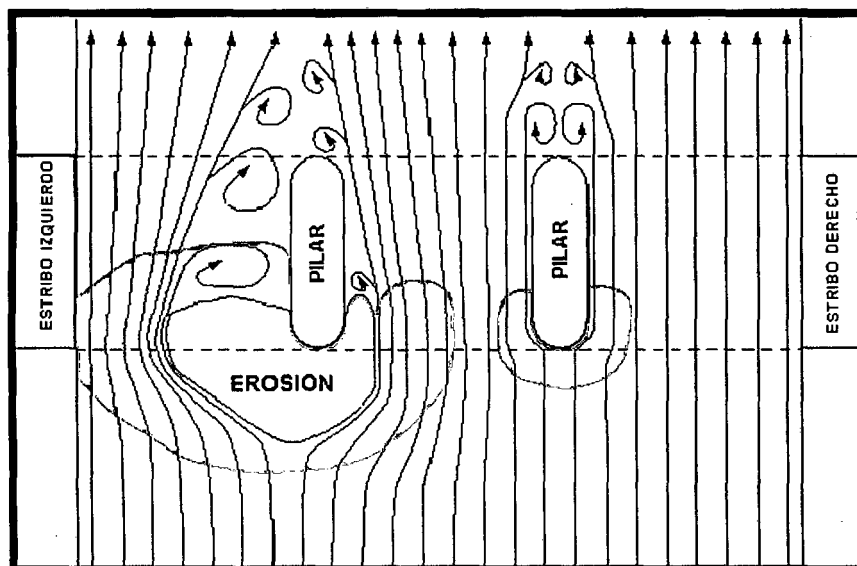
debieron a la socavación a los efectos del incremento de caudal, que ocasionaron el mecanismos locales de vortis de Estela y vortis de Herradura, ocasionando erosión y socavamiento de la cimentación, produciendo en algunos casos el asentamiento del pilar y la inestabilidad ante la sobre presión del cauce de los ríos. (ver mecanismo de erosión local)

Figura 1. Mecanismo de Vortis de Estela.



Fuente: Tesis Magistral Pontificia Universidad Católica del Perú

Figura 2. Mecanismo de Vortis de Herradura



Fuente: Tesis Magistral Pontificia Universidad Católica del Perú



1.1.3 Locales.

➤ R. Mosqueira y J. Mosqueira (2007), realizaron la evaluación de 40 puentes ubicados en la red vial Cajamarca – Jaén, elaborando así un informe sobre las fallas estructurales encontradas en cada uno de los puentes los cuales fueron analizados exhaustivamente para conocer su situación actual y determinar si su daño es crítico o leve, y a la vez propone soluciones de mantenimiento de los mismos que sirven de nexo entre estas ciudades.

Así mismo nos dice: La Región Cajamarca fue duramente afectada por el Fenómeno del Niño, generándose lluvias extraordinarias, de gran duración e intensidad que incrementaban los caudales de riachuelos, quebradas y ríos, los mismos que han ocasionado inundaciones, deslizamientos y fallas en las estructuras de puentes y de defensas ribereñas, tanto por socavación por erosión general del cauce, por erosión por contracción y por erosión local en la cimentación.

Su aporte a la región Cajamarca es primordial, ya que la evaluación permite a las autoridades pertinentes tener en cuenta el estado de los puentes y así priorizar su reparación según su deterioro y mitigar, aminorar o eliminar el riesgo que representa para las personas y transporte incluyendo la pérdida económica que involucraría de no tomarse en cuenta este proyecto.

➤ Pérez y Sáenz (2008) en su tesis Puente Carrozable vía de Evitamiento Norte sobre el Río Chonta - Baños del Inca, plantea una vía de acceso alternativa



y adecuada entre la Urb. Hurtado Miller y Tartar Chico – Baños del Inca, con el fin de dar una solución para los pobladores de esta parte de la ciudad que tienen la dificultad de accesos al centro del distrito.

La construcción de un nuevo puente ayudaría en gran medida a reducir la gran afluencia de tráfico que tiene que soportar el puente Chonta, ya que se podrían realizar desvíos alternativos para el tránsito, en esta tesis también contamos con información hidrológica muy importante la cual nos permitirá realizar una evaluación más precisa del tipo de daño que puede sufrir la cimentación del puente producto del socavamiento, debido a las lluvias extraordinarias que se presentan en la época de máximas avenidas.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Puente.

Un puente es una estructura la cual puede estar construida a base de concreto reforzado, acero, madera, mampostería o una combinación de estos materiales, la función principal de un puente es unir dos puntos inaccesibles entre sí, salvar un obstáculo o cruzar otra vía a un nivel superior al de la misma.



1.2.1.1 Componentes principales de un puente:

A) Elementos de piso:

➤ Superficie de rodamiento.

La superficie de rodamiento proporciona el piso para el tránsito de los vehículos y se coloca sobre la cara superior de la losa estructural. Existen también superficies de rodamiento coladas íntegramente con la losa estructural. Cuando se utiliza esta técnica se le designa como piso monolítico.

Las superficies de rodamiento pueden ser de concreto asfáltico o concreto de cemento portlan y se considera que no proporciona capacidad de carga.

➤ Piso estructural.

El piso estructural o losa proporciona la capacidad portante de carga del sistema de cubierta, los sistemas estructurales típicos son:

- Concreto reforzado
- Placas de acero (pisos ortotrópicos) con capas de rodamientos delgadas superpuestas.
- Rejillas de acero (abiertas o rellenas con concreto).
- Tablones de madera.
- Trabes cajón de concreto presforzado.
- Losa aligerada.



➤ **Banquetas.**

Las banquetas se colocan en las estructuras donde el tránsito de peatones justifique su uso. De otra manera, se recomienda generalmente banquetas de seguridad. Las banquetas típicas son de:

- Concreto reforzado.
- Placas de acero.
- Tablones de madera.

➤ **Guarniciones.**

Las guarniciones se prevén en conjunto con las banquetas ó las banquetas de seguridad. Las guarniciones pueden construirse de concreto reforzado, de granito pre labrado, madera o placas de acero.

➤ **Parapetos.**

Los parapetos se colocan a todo lo largo de los bordes extremos del sistema de piso y proporcionan protección para el tránsito y los peatones. Existe una amplia variedad de materiales y formas de parapetos. Algunos de los más comunes son:

- Sistema de rieles metálicos múltiples.
- Trabes W.
- Concreto reforzado.



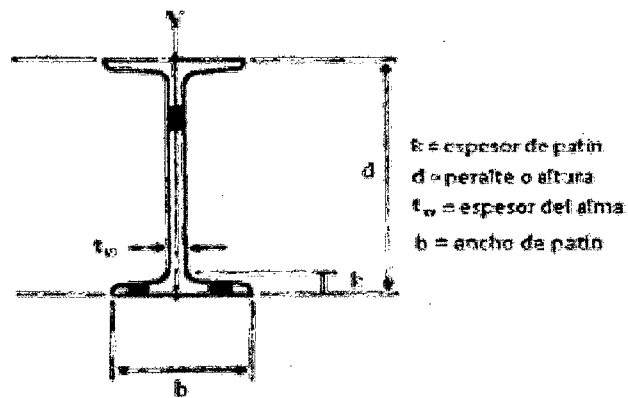
- Madera.

B) Elementos de la superestructura:

➤ Trabes.

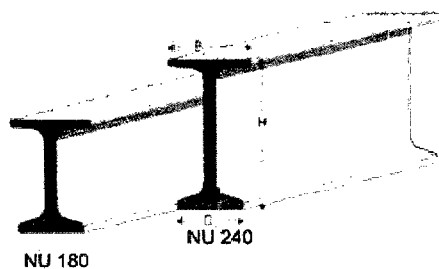
Son elementos estructurales de concreto presforzado; Ideales para soportar cargas para puentes en claros hasta de 30m. Su longitud es variable de acuerdo a las necesidades del proyecto. A continuación se presentan algunos tipos de trabes:

Figura 3. Trabe estándar



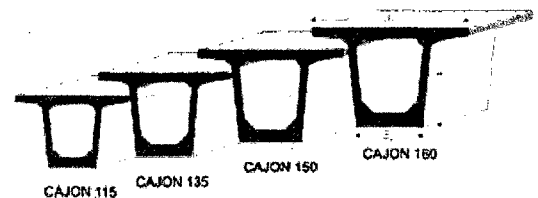
Fuente: SIMEC.

Figura 4. Trabe tipo NU



Fuente: <http://www.mexpresa.com>

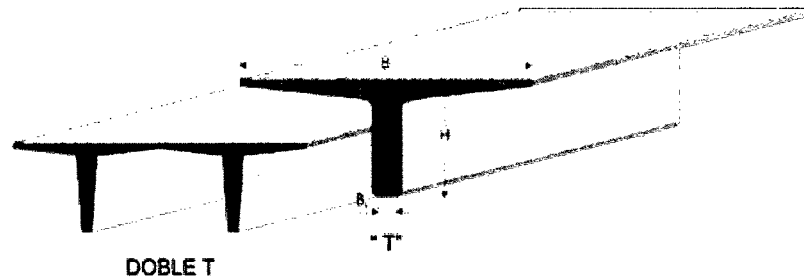
Figura 5. Trabe tipo cajón



Fuente: <http://www.mexpresa.com>



Figura 6. Trabe tipo T y doble T

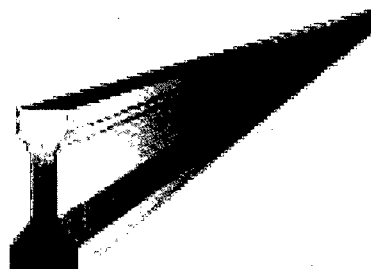


Fuente: <http://www.mexpresa.com>

➤ **Trabes de concreto.**

Las trabes de concreto están generalmente reforzadas en las zonas de esfuerzos de tensión, ya sean resultantes de flexión, cortante o una combinación de estos producidos por cargas transversales, son por proyecto tomadas por el acero de refuerzo. El concreto trabaja a compresión (y algo cortante). Son generalmente de forma rectangular o de forma de "T", con sus dimensiones de peralte mayores que su ancho.

Figura 7. Trabe de Concreto



Fuente: <http://www.anippac.org.mx/2005/estructura.jpg>



➤ **Tipos de claros.**

En términos de su condición de apoyo, hay tres tipos generales; libremente apoyados, continuos y en cantiliver.

- **Libremente apoyados:** este es el más común, consiste de una trabe diferente para cada tramo y está apoyada en un extremo en un pasador o articulación (apoyo fijo) y en el otro sobre un rodillo (apoyo móvil).
- **Tramos continuos:** es el caso en el cual la superestructura es continua sobre uno o más apoyos, las ventajas principales de este tipo de construcción son la reducción del peralte de la superestructura y la reducción del número de juntas del piso y una mayor reserva de resistencia.
- **Tramos en cantiliver:** este tipo de proyecto proporciona algunas de las ventajas de los tramos continuos. La diferencia principal siendo que una o varias articulaciones son colocadas en la trabe para simplificar su proyecto y construcción.

➤ **Apoyos.**

Los apoyos transmiten la carga de la superestructura a la subestructura, ellos también se diseñan para movimientos longitudinales debido a la dilatación, contracción y movimientos de rotación debido a la deflexión. Los apoyos del puente son de vital importancia para el funcionamiento de la estructura. Si ellos no conservan una buena disposición de trabajo pueden inducirse esfuerzos a la



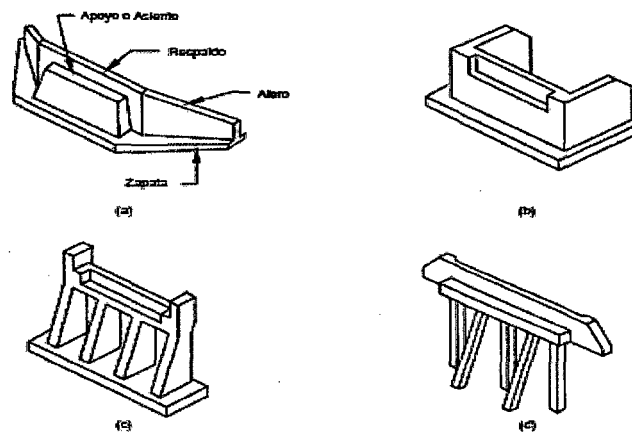
estructura que pueden acortar la vida útil del puente, algunos tipos de apoyos son los apoyos fijos, apoyo de dilatación.

C) Elementos de la Subestructura:

➤ Estribos.

Una estructura individual la cual soporta el extremo de un tramo simple o el extremo final de una superestructura de varios claros, y generalmente retiene o soporta el terraplén de los accesos.

Figura 8. Tipos de estribos



Fuente: <http://www.civildocs.com>

⊗ Estribo recto: (estribo aislado, estribo al pie del terraplén)

Un estribo asentado cerca de la parte superior de un terraplén o talud y que tiene una altura relativamente pequeña. Frecuentemente está apoyado sobre pilotes



hincados a través del terraplén o del terreno natural, los estribos también pueden estar cimentados sobre relleno de grava, el terraplén o el mismo terreno natural.

✘ Estribo de altura total (estribo de hombro).

Un estribo en cantiliver que se prolonga de la rasante del camino bajo hasta aquella del camino de arriba. Usualmente se asienta fuera del hombro.

Esto puede ser sobre pilotes o en cimientos por ampliación de base de diseño abierto o cerrado.

(tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/10680/Capitulo1.pdf)

1.2.1.2 Clasificaciones de puentes. A los puentes los podemos 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.

1.2.1.2 Solicitaciones para puentes carreteros.

A) Solicitaciones geométricas:

➤ 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 guardarueda 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 banquetta.

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. El ancho máximo de las guarniciones redondeadas será de 0.23 m.

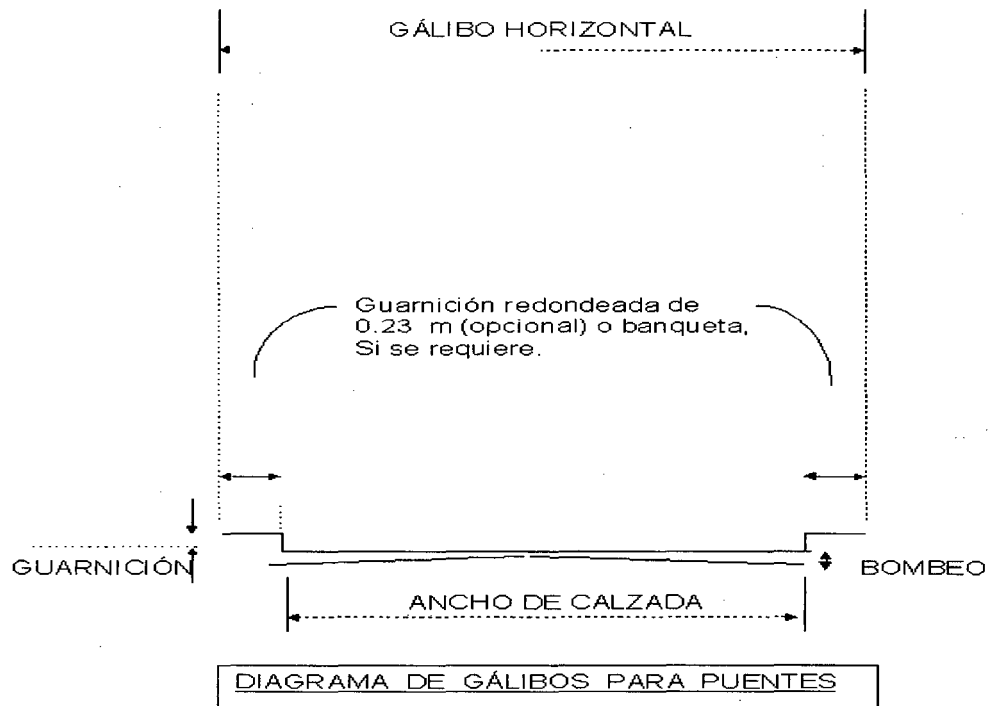
En los tramos de acceso con guarnición y cuneta, ya sea en uno o en ambos extremos del puente, la altura de la guarnición del puente debe coincidir con la de acceso, o ser, preferentemente, mayor. Cuando no se asignen guarniciones en el acceso, la altura de la guarnición en el puente no será menor de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

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

➤ **Gálidos.**

✘ **Vehicular.** Para la circulación de vehículos, el gálibo horizontal será el ancho libre, en tanto que el gálibo vertical será la altura libre, tal como se muestra en la figura siguiente:

Figura 9. Diagrama de gálibos para puentes



Fuente: Tesis en Conservación de Puentes Carreteros

➤ Parapetos.

Deberán instalarse parapetos a ambos lados de la estructura del puente para protección tanto del tránsito como de los peatones, cuando existan banquetetas.

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



✧ **Parapetos para calzada.**

Aunque el propósito principal de los parapetos para calzada es controlar el tránsito que circula por la estructura, deben tomarse en cuenta otros factores, como son la protección de los ocupantes del vehículo en caso de colisión, 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 parapetos para calzada serán: concreto, acero o una combinación de ellos. La altura del parapeto para calzada no será menor de 0.69 m, medida desde la corona de la calzada o guarnición al remate superior del parapeto.

✧ **Parapetos para banquetas.**

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

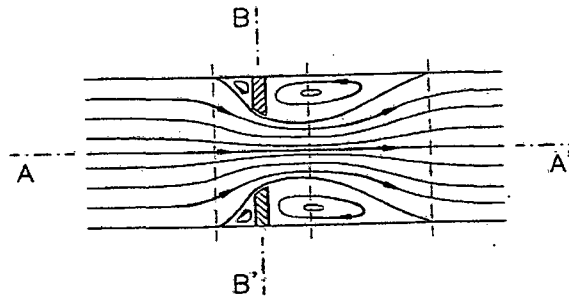
Los materiales empleados en estos parapetos serán: concreto, acero o una combinación de estos materiales. La altura mínima será de 0.91 m (preferentemente 1.07 m.), medida desde la superficie de la banqueta hasta el remate del barrote superior del parapeto.

(Flores Sánchez, 2004)



1.2.2. Área hidráulica del puente.

Figura 10. Vista en planta de las características hidráulicas de paso de un puente.



Fuente: <http://www.pepevasquez.com/hidraulicapuentes>

La determinación del área hidráulica del puente es un elemento esencial para lograr un proyecto económico y confiable. Para ello, es necesario realizar estudios en el sitio propuesto, los que deberán formar parte del anteproyecto del puente. Estos deberán contener. De ser aplicables los siguientes elementos:

➤ **Información sobre el sitio.**

- Mapas, secciones transversales de la corriente y fotografías aéreas.
- Información completa sobre los puentes ya existentes, incluyendo fechas de construcción y su comportamiento durante las avenidas registradas.
- Niveles de aguas máximas extraordinarias, así como las fechas en que ocurrieron.
- Datos sobre materiales flotantes y estabilidad de cauce.



- Factores que afecten el nivel de las aguas, como son las avenidas procedentes de otras corrientes, embalses, remansos y obras para el control de avenidas.

➤ **Estudios hidrológicos.**

- Recopilación de datos sobre avenidas que permitan estimar el gasto máximo en el cauce, incluyendo tanto las avenidas máximas registradas como las conocidas históricamente.
- Determinación de la curva avenida – frecuencia correspondiente al sitio.
- Determinación de la distribución del gasto y de las avenidas en el cauce para considerar el gasto de las avenidas en el proyecto de la estructura.
- Curva tirante – gasto en el cauce.

➤ **Estudios hidráulicos.**

- Estimación de remansos y cálculo de las velocidades medias en el sitio para diferentes longitudes tentativas del puente y evaluación de gastos.
- Estimación de la profundidad de socavación en los estribos de las estructuras propuestas.

<http://www.tesis.uson.mx>

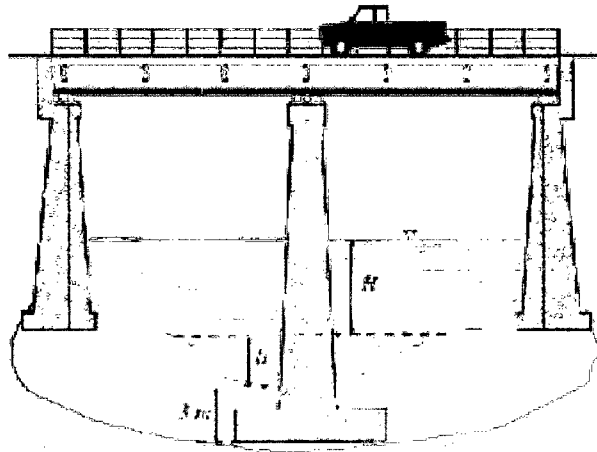
1.2.3 Socavación.

Se denomina **socavación** a la excavación profunda causada por el agua, uno de los tipos de erosión hídrica . Puede deberse al embate de las olas contra un



acantilado, a los remolinos del agua, especialmente allí donde encuentra algún obstáculo la corriente, y al roce con las márgenes de las corrientes que han sido desviadas por los lechos sinuosos. En este último caso es más rápida en la primera fase de las avenidas. La socavación provoca el retroceso de las cascadas y de los acantilados que, al ser privados de apoyo en su base, se van desplomando progresivamente. También representa un papel esencial en la formación y migración de los meandros.

Figura 11. Socavación en puente



Fuente: <http://www.apuntesingenierocivil.blogspot.com>

1.2.3.1 Tipos de socavación.

➤ **Socavación general.**

Es un fenómeno de largo plazo, que podríamos llamar natural, se da en la parte alta de las cuencas hidrográficas, donde la pendiente del thalweg es elevada. Como consecuencia, la velocidad del agua y la capacidad de arrastre de la



corriente es elevada. En la medida que el flujo arrastra más material, el flujo alcanza rápidamente su capacidad potencial de arrastre, el mismo que es función de la velocidad. En ese punto ya no produce socavación, la sección, márgenes y fondo son estables. A medida que se avanza en el curso del río o arroyo, la pendiente disminuye, consecuentemente disminuye la velocidad, y la corriente deposita el material que transportaba.

➤ **Socavación en estrechamientos.**

Se entiende por socavación en estrechamientos la que se produce por el aumento en la capacidad de arrastre de sólidos que adquiere una corriente cuando su velocidad aumenta por efecto de una reducción de área hidráulica en su cauce. El efecto es muy importante en puentes, donde por lo común y por razones de economía suelen ocurrir las mencionadas reducciones, si bien puede presentarse en otros lugares del curso del río, en que un estrechamiento más o menos brusco tenga lugar. Los cambios que la presencia de un puente impone a la corriente son principalmente los siguientes:

1. Cambio de la velocidad del flujo del agua en el cauce principal.
2. Cambio en la pendiente de la superficie libre del agua, hacia arriba y hacia abajo del puente. Esto origina un mayor arrastre del material del fondo en la sección del cauce y, cuando ello es posible, un ensanchamiento del cauce.

➤ **Socavación en curvas.** Cuando un río describe una curva existe una tendencia en los filetes líquidos situados más lejos del centro de curvatura a



caminar más aprisa que los situados más hacia el interior; como consecuencia, la capacidad de arrastre de sólidos de los primeros es mayor que la de los segundos y la profundidad de erosión es mayor en la parte del cauce exterior a la curva que en la interior. El efecto es importante y ha de ser tenido en cuenta en la construcción de puentes en curvas de río o en el diseño de enrocamientos de protección en los mismos lugares pues al disminuir la velocidad la curva aumenta el depósito en esta zona y, por ello, disminuye la zona útil para el flujo del agua y al aumentar la profundidad y el área hidráulica, aumenta el gasto.

➤ **Socavación local en estribos.** Desde el punto de vista de definición, la socavación local en estribos es análoga a la que se presenta en las pilas de los puentes, sin embargo, se le distingue por existir algunas diferencias en los métodos teóricos y aun experimentales para su evaluación.

Los casos más típicos de socavación localizada son:

- Al pie de un talud, lo que podrá provocar su derrumbe, si no se toman medidas;
- Alrededor de los pilares, o debajo de la cimentación de la cabecera de un puente, pudiendo provocar la caída del mismo.
- Inmediatamente aguas abajo de un embalse. En efecto, el embalse retiene casi la totalidad del transporte sólido del río, así, el agua que es descargada aguas abajo de la represa está casi totalmente libre de sedimentos, teniendo por lo tanto una capacidad de socavación considerable.

<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/es/conceptosbasicosmfluidos/socavacion/socavacion.html>



1.2.4 Fallas.

Grietas o aberturas largas y estrechas producto de la contracción diagonal o de la concentración de esfuerzos no previstos durante el diseño.

1.2.4.1 Fallas a la compresión. En las vigas simplemente armadas son peligrosas, debido a que actúan repentinamente, dando poca advertencia visible.

1.2.4.2 Fallas a tracción. Están precedidas de grandes grietas del concreto y tienen carácter dúctil.

1.2.4.3 Fallas probables de los estribos

a. Por volteo

Un estribo se puede voltear por acción de las fuerzas horizontales, sobre la arista exterior de la zapata. Para que no se produzca este volteo, es necesario que el momento estabilizador sea mayor al momento del volteo.

La relación del momento estabilizador al momento del volteo, es llamado "factor o coeficiente de seguridad al volteo", el cual debe ser suficientemente grande para que garantice que el volteo no se produzca.



b. Por deslizamiento

Un estribo puede deslizarse sobre su base, en el mismo sentido que la acción de la resultante de las fuerzas horizontales. Para evitar esto es necesario que el producto de las fuerzas verticales por el coeficiente de rozamiento (f), más el empuje pasivo, sea superior a la suma de las fuerzas horizontales, esta relación se llama “factor o coeficiente de seguridad al deslizamiento”

c. Por falla del terreno

Al producirse una compresión mayor a la que la capacidad portante del terreno, se produce un hundimiento de la estructura. Esta falla también puede presentarse por socavamiento del material adyacente a los estribos por acción de la corriente del agua. Para prevenir esta falla se debe garantizar que las presiones transmitidas por el estribo sean inferiores a las admisibles del terreno, así como la profundidad de cimentación sea mayor que la profundidad de socavación del río.

(Perez y Saenz, 2008, Tesis puente carrozable vía de evitamiento norte sobre el río Chonta Baños del Inca)

1.2.5 Eflorescencia.

Se le denomina eflorescencia a la salida a la superficie de sales que están presentes en el interior de morteros, mamposterías, baldosas, etc., pero que al evaporarse el agua en que están diluidos su presencia es más obvia o visible.



Para que ocurra la eflorescencia deben darse 3 fenómenos:

1. Presencia de sales en disolución en materiales porosos.
2. Presencia de humedad infiltrada. Sin embargo, otros tipos de humedades pueden ocasionarla en menor cuantía (Capilar, intersticial, etc.).
3. Dependiendo de la naturaleza de las sales, la porosidad del material la cristalización y las condiciones de evaporación puede ocurrir afuera o adentro. Cuando ocurre en bolsones internos se le denomina criptoflorescencia. Podemos considerar la eflorescencia como un “trastorno químico” de la fachada.

1.2.5.3 Orígenes y causas de la eflorescencia.

- Sales presentes en las materias primas y que luego afloran al exterior.
- Producto del secado y cocción por reacción química con los gases del medio.
- Originado durante la cocción por interacción con otros productos de las materias primas.

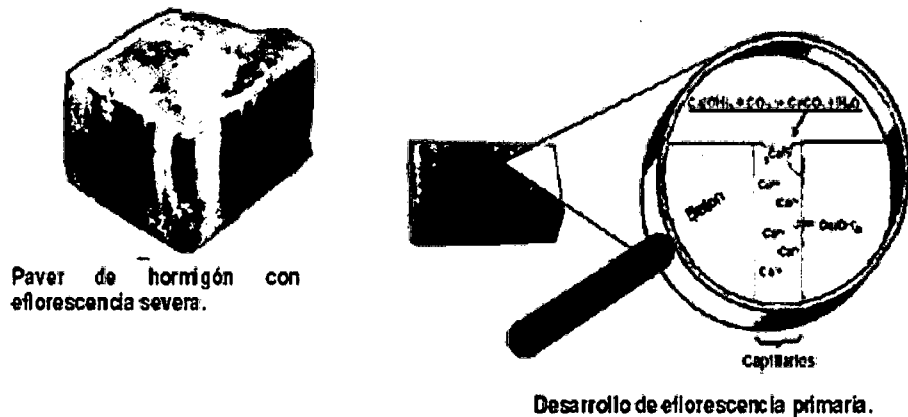
Como componente fundamental está el sulfato soluble (Azufre con oxígeno que puede diluirse en agua) producto del azufre presente en las materias primas. Esos sulfatos contenidos en las materias primas que además pueden aparecer durante el secado y la cocción producto de la interacción con los gases también pueden aparecer principalmente:

- Como anhídrido sulfuroso en la atmosfera durante el secado y cocción de ladrillos originados por sulfatos alcalinos que dan origen a la eflorescencia.



- Existen materiales que de manera natural no provocan eflorescencia pero en cocción ante gases sulfurosos pueden hacerlo. Si además se secan en esa atmosfera la eflorescencia se incrementa. Si las arcillas contienen impurezas de Ca.CO_3 o magnesio y se cuecen en ese media la presencia de sulfatos se incrementara.
- Si en el proceso de secado y cocción se usa Fuel y Carbón se reforzara la presencia de gases sulfurosos.

Figura 12. Desarrollo de la eflorescencia primaria

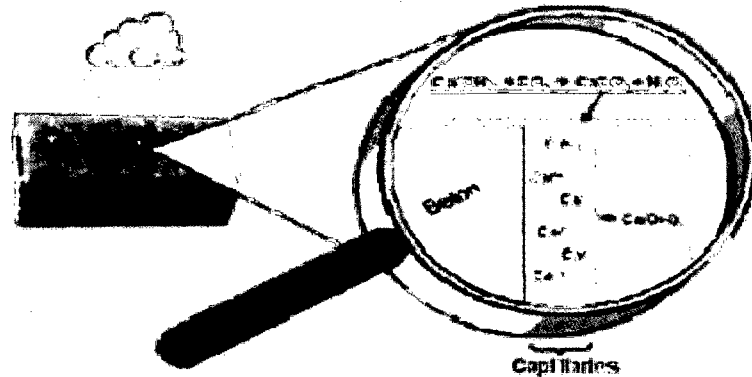


Fuente: (<http://civilgeeks.com/2012/03/18/la-eflorescencia-vii/>)

Luego, si el hormigón continúa su endurecimiento y aparece humedad resurge una eflorescencia secundaria. La diferencia entre las dos es que la primaria es causada por el agua intersticial (dentro de los poros) que sale hacia afuera y la secundaria por la lluvia u otra agua exterior que penetra desde afuera.



Figura 13. Desarrollo de la eflorescencia secundaria



Desarrollo de eflorescencia secundaria

Fuente: (<http://civilgeeks.com/2012/03/18/la-eflorescencia-vii/>)

Posteriormente el agua penetra en los poros y disuelve el hidróxido de calcio en la pasta de cemento y vuelve a ocurrir el proceso antes explicado.

Viendo que la segunda eflorescencia ocurre con la penetración del agua de afuera hacia adentro podríamos precavernos de no dejar mojar los componentes y el hormigón mismo ya elaborado y colocado. No obstante la eflorescencia de calcio siempre ocurrirá como un fenómeno químico de la hidratación del cemento pero desaparecerá con el tiempo si es lavada por el agua (al cabo de 2 años). Esto es así porque se forma un carbonato hidrogenado de calcio que ante la presencia de agua (Lluvia también) se lava y evita la posterior reacción con el agua.

En realidad este fenómeno no es predecible y sigue un patrón aleatorio. Incluso puede aparecer en partes de un muro y en otras no.



Al cemento debemos disculparlo de este fenómeno pues aunque tiene los componentes químicos que en parte la producen no hay diferencia entre los tipos que pueda decirse que lo causa en mayor o menor cuantía.

(<http://civilgeeks.com/2012/03/18/la-eflorescencia-vii/>)

1.2.6 Índice medio diario.

El Índice Medio Diario (IMD) es el volumen de tránsito que circula durante las 24 horas.

1.2.6.1 Cálculo del índice medio diario. El índice Medio Diario (IMD) se obtiene de la razón existente entre el volumen de tráfico, obtenido del conteo, y el número de días durante los que se realizó éste.

$$IMD = V/n$$

Dónde:

V = volumen de tráfico total.

n = número de días de conteo.

1.2.6.2 Proyección del tráfico. La proyección de tráfico de vehículos se calcula a partir de la tasa de crecimiento de tráfico, basada a su vez, en la tasa de crecimiento de la población, de la actividad económica y turística según la siguiente fórmula:

$$TP=TA (1+r t)$$



Dónde:

TP = tráfico proyectado

TA = tráfico actual

$r = 5\%$ asumido de acuerdo a la funcionabilidad que va a tener la vía.

$t = 5$ años de vida útil del pavimento proyectado.

<http://www.fcpa.org.pe/archivos/file/Proyectos/Proyectos%20ejecutados/C3L2%202010/Caminos/012%20Huamanguilla/C3L2-012%20Huamanguilla.pdf>

1.2.7. Tablas de evaluación de puentes.

1.2.7.1 Según la norma mexicana: Obtenemos la tabla anexa para la evaluación de los puentes. En dicha tabla podemos ubicar al puente según la condición en que se encuentra y la prioridad para su mantenimiento.



Tabla 1: Criterios de evaluación

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ESTADO
A	Puentes que presentan una o más deficiencias graves que impliquen un peligro inminente para la seguridad pública o que puedan ocasionar la interrupción prolongada del tránsito sobre el puente. Estos puentes requieren de atención inmediata.
B	Aquellos que presenten una o varias deficiencias importantes, que de no atenderse pueden evolucionar hacia deficiencias graves. estos puentes requieren atención a mediano plazo
C	Los que solo presenten deficiencias menores con evolución lenta y únicamente requieren de trabajos rutinarios de conservación.

Fuente: Tesis en Conservación de puentes carreteros

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



Tabla 2: Cuadro de condición global del puente.

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

Fuente: Guía para inspección de puentes - MTC



1.3 Términos básicos

1. Puente viga. Es un puente cuyos vanos son soportados por vigas. Este tipo de puentes deriva directamente del puente tronco. Se construyen con madera, acero u hormigón (armado, pretensado o postensado). Se emplean vigas en forma de I, en forma de caja hueca, etcétera. Como su antecesor, este puente es estructuralmente el más simple de todos los puentes.

Se emplean en vanos cortos e intermedios (con hormigón pretensado). Un uso muy típico es en las pasarelas peatonales sobre autovías.

2. Parapeto. Barrera hecha con piedras, sacos de arena, etc., para protegerse detrás de ella en un combate:

3. Colapso. Cambio significativo de la geometría del puente que hace que éste ya no sea apto para su uso.

4. Evaluación. Determinación de la capacidad de carga de un puente existente.

5. Conservación de estructuras. 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.



- 6. Banqueta.** Las banquetas son las zonas destinadas al uso y circulación de los peatones en puentes y vialidades urbanas. La banqueta es una franja comprendida entre la guarnición que limita la superficie de rodamiento y el límite de los lotes
- 7. Cuantía (P).** Es la relación que existe entre el área de acero y el área efectiva de concreto, es decir $P=As/(bd)$, donde As es el área de acero, b la dimensión de la base y del peralte efectivo que es la altura del elemento menos el recubrimiento ($d=H-r$).
- 8. Eflorescencia.** Conversión espontánea de ciertas sales en polvo al perder el agua de la cristalización.
- 9. Pisos ortotrópicos.** Sistema estructural semi-prefabricado pretensado que permite un trabajo bidireccional.



CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 Planteamiento del problema

2.1.1 Selección del problema.

Los puentes en todo el mundo han ido evolucionando con el paso de los años, adquiriéndose nuevos diseños, nuevos materiales, un proceso constructivo diferente, así como mano de obra cada vez más calificada, el cumplimiento de estos nuevos retos ingenieriles, y el elevado costo de la construcción de los mismos hace de suma importancia realizar una evaluación y un mantenimiento continuo para evitar las fallas y su posterior deterioro y/o colapso.

A nivel mundial se pueden encontrar diversos tipos de puentes en los cuales se realiza al menos un mantenimiento anual (dependiendo del tipo de puente y de la exposición que este tenga) con costos muy elevados, ya que son estructuras que implican un presupuesto importante, en el ámbito nacional, el mantenimiento de los puentes de concreto armado que se encuentran en las rutas, no se da con la debida regularidad, para evitar su desgaste.

Más aún en el plano local, específicamente con el puente Chonta, el cual es materia de la presente investigación, no hay una debida preocupación por el estado en el que se encuentra, la falta de evaluación y la ausencia de



mantenimiento está causando muchas deficiencias, a su vez el puente Chonta ha sufrido diversos cambios a lo largo del tiempo como incrementos en la carga de diseño, aumento del IMD, lluvias extraordinarias, etc., que silenciosamente y de manera casi imperceptible van deteriorando su estructura lo cual constituye un alto riesgo de producirse la falla por fatiga o por acciones sísmicas no consideradas.

2.1.2 Formulación del problema.

- ❖ ¿Qué fallas estructurales se presentan en el puente Chonta de la red vial Cajamarca – Baños del Inca?

2.1.3 Justificación.

Desde la construcción del puente Chonta en 1962, no se ha realizado ninguna inspección y mucho menos un mantenimiento del mismo.

Dada la antigüedad del puente y los incrementos de carga y volumen del transporte, sumado a las inclemencias del clima, se hace de suma importancia realizar una evaluación del puente para verificar el estado en el que se encuentra y así **prevenir posibles daños e incluso el colapso, evitando el gasto publico innecesario.**

El presente trabajo servirá como referencia a la institución encargada (Municipalidad distrital de Baños del Inca), en el proceso de mantenimiento, reparación y/o reforzamiento del puente Chonta.



2.1.4 Limitaciones y restricciones de la investigación.

La presente investigación abarca la evaluación cualitativa de las estructuras del puente, y se remitirá a dar posibles soluciones de mantenimiento y/o reparación sin intervenir en la ejecución de las reparaciones.

2.2 Objetivos de la Investigación.

2.2.1 Objetivo General.

Evaluar las fallas estructurales del puente Chonta en la red vial Cajamarca – Baños del Inca.

2.2.2 Objetivos Específicos.

- ❖ Evaluar fallas en la superestructura y la subestructura del Puente Chonta en la red vial Cajamarca – Baños del Inca.
- ❖ Proponer soluciones en las estructuras falladas, usando la rehabilitación, reparación y reforzamiento.

2.3 Hipótesis.

El puente Chonta de la red vial Cajamarca – Baños del Inca presenta fallas estructurales importantes en sus estructuras.



2.4 Variables.

2.4.1 Unidad de análisis.

El Puente Chonta ubicado en la red vial Cajamarca – Baños del Inca.

2.4.2 Variables.

- Fallas estructurales del puente Chonta por fuerzas destructivas de la naturaleza.
- Incremento en la carga de diseño.
- Variación en el IMD.

2.5 Tipos de investigación y análisis

2.5.1 Tipo de investigación.

La presente investigación se basa en los siguientes tipos de investigación para la obtención de datos: descriptiva, de campo y bibliográfica.

2.5.1.1 Descriptiva. Luego de recopilar datos, resumirlos y presentarlos de manera adecuada, se describe el propósito principal de la investigación, así como los problemas que atañen y afectan a las estructuras del puente, describiendo también las alternativas para la solución de éstos. Los resultados se exponen de manera sistemática y se interpretan objetivamente.



2.5.1.2 De campo. La investigación se ha desarrollado de manera presencial en la estructura del puente Chonta, tomando datos del estado actual del puente y las fallas generadas en él y recopilando información del nivel de tráfico que circula por el mismo, por ello se mantuvo una relación directa con la misma fuente de información, obteniendo de manera propia los datos a través de la observación y control.

2.5.1.3 Bibliográfica. Se sustentó la base teórica de la investigación, mediante consultas a: fuentes bibliográficas, directivas o normas, textos, tesis, trabajos anteriores, apuntes, documentos varios, así como también fuentes informáticas e Internet.

2.5.1.4 Diseño de investigación. Será de tipo deductivo - inductivo, partiendo de bases y experiencias generales de diferentes estudios, documentos de investigación e informes de puentes a nivel internacional, nacional y local, hasta llegar a nuestro modelo específico que es el puente Chonta, en el cual aplicaremos los métodos analizados según sea el caso.

2.5.2 Tipo de análisis.

El tipo de investigación es cualitativa, ya que se está evaluando y describiendo de forma teórica las fallas estructurales presentes en el puente Chonta.



Tabla 3. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Evaluación de las fallas del puente Chonta en la red vial Cajamarca – Baños del Inca

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODO
<p>Problema principal</p> <p>¿Qué fallas estructurales se han producido en el puente Chonta?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar las fallas estructurales del puente Chonta en la red vial Cajamarca – Baños del Inca.</p> <p>Objetivos específicos: 1) Evaluar fallas en la superestructura y la subestructura del Puente Chonta en la red vial Cajamarca – Baños del Inca. 2) Elaborar una guía para proponer soluciones en las estructuras falladas, usando la rehabilitación, reparación y reforzamiento.</p>	<p>Hipótesis Principal: El puente Chonta de la red vial Cajamarca – Baños del Inca presenta fallas estructurales importantes en sus estructuras.</p>	<p>VARIABLES: a) Incremento en la carga de diseño. b) Variación en el IMD. c) Fallas del puente Chonta</p>	<p>Indicadores: a) Indicadores por variable</p> <p>➤ Vehículos cada vez con más tonelaje. ➤ Parque automotor en crecimiento.</p>	<p>Universo: Puentes existentes en la red vial Cajamarca – Baños del Inca.</p> <p>Muestra: Puente Chonta</p> <p>Tipo de investigación: Cualitativa</p> <p>Diseño específico: Descriptivo</p> <p>Técnica de recolección de datos: Observación directa</p> <p>Instrumentos: -Formatos de Inspección de puentes. -Cuadros de calificación del estado estructural (A, B ó C). -Registros fotográficos. - Medición del IMD.</p>

Fuente: Elaboración Propia



- **Participante.** Ó "participación activa", ya que los datos han sido tomados de forma personal y directa.

- **Individual.** Debido a que la recolección de datos fue tomada sin la colaboración de terceros.

- **Objetividad.** Los datos son obtenidos al ser observados de la misma manera en que se presentan, sin preparación, es decir sin crear una situación especial.

2.6.2.2 Instrumentos. Los instrumentos de recolección de datos son: **formatos y fichas de inspección** de puentes de Provias Descentralizado, cuadros de calificación del estado estructural del puente tomando como referencia el **Manual de Diseño de Puentes** de MTC, registros fotográficos, medición in situ del IMD mediante trabajo de campo.



Tabla N° 4: Conteo de Tráfico Caminos Rurales

<div style="text-align: right;">FICHA N° 1</div> CONTEO DE TRÁFICO CAMINOS RURALES								
Este conteo se tiene que realizar de forma mensual durante 1 semana (lunes a domingo)								
RUTA:								
TRAMO:								
SECTOR DE MANTENIMIENTO:								
UBICACIÓN:		Departamento:		Provincia:		Distrito:		
ESTACIÓN:								
SENTIDO:								
HORA	Transporte Ligero		Transporte Urbano			Transporte de carga		
	AUTOC	PICK UP	COMES	MICROS	BUSES	CAMIONES 2 Ejes	CAMIONES 3 Ejes	
00 - 01								
01 - 02								
02 - 03								
03 - 04								
04 - 05								
05 - 06								
06 - 07								
07 - 08								
08 - 09								
09 - 10								
10 - 11								
11 - 12								
12 - 13								
13 - 14								
14 - 15								
15 - 16								
16 - 17								
17 - 18								
18 - 19								
19 - 20								
20 - 21								
21 - 22								
22 - 23								
23 - 24								
TOTAL	0		0		0	0	0	
IND =	$(TOT1 \times 1 + TOT2 \times 1.5 + TOT3 \times 2 + TOT4 \times 2 + TOT5 \times 2.5)$						0.00	
El IND de todos los formatos se suma y se divide entre 7 ($IND_0 = \sum IND_i / 7$) y este resultado es el que se debe escribir en el FORMATA 34 en el campo 1) Volumen de Tráfico = Índice Medio Diario IND								
Observaciones		IND =						
/ 20								
Fecha del Conteo		Gerencia de Mantenimiento						

Fuente: Guía para Inspección de Puentes MTC



Tabla 5. Ficha técnica No 2.

MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS

DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMACIÓN MULTIANUAL DEL SECTOR

PÚBLICO

FICHA TÉCNICA N° 2

**ACCIONES DE PREPARACIÓN Y ATENCIÓN DE LAS SITUACIONES DE
EMERGENCIAS**

OCASIONADAS POR DESASTRES NATURALES

I. PLIEGO Y SECTOR RESPONSABLE DEL PROYECTO

II. DENOMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD O PROYECTO

III. UBICACIÓN

DEPARTAMENTO

PROVINCIA

DISTRITO

LOCALIDAD

**IV. DESCRIPCIÓN DEL PROBABLE DESASTRE QUE PUEDE EVITAR LA
EJECUCIÓN DEL PROYECTO**



V. DAÑOS QUE PUEDE OCASIONAR EL FENÓMENO NATURAL

5.1. Identificación de los daños

DIRECTOS: (Total, parcial o leve)

INDIRECTOS: (Total, parcial o leve)

VI. BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS OPCIONES PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA

(Se debe cuantificar principales unidades físicas)

6.1. Meta Física.

VII. RESPONSABLE DE LA IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

7.1. Funcionario que IDENTIFICO EL PROYECTO Y ELABORO LA FICHA TÉCNICA

NOMBRE

CARGO

TELEFONO

DIRECCIÓN



7.2. Responsable que ELABORO LA FICHA DEL PROYECTO

NOMBRE	<input type="text"/>		
CARGO	<input type="text"/>		
TELEFONO	<input type="text"/>	Correo	<input type="text"/>
		Electrónico	
DIRECCIÓN	<input type="text"/>		

VIII. CROQUIS DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

IX. FECHA DEL REPORTE


Ciudad y fecha:

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas, modificado por Karina Polanco


Roque



Tabla 6. Inventario de Puentes

 PROVIAS DESCENTRALIZADO Ministerio de Transportes y Comunicaciones							
FORMATO - INVENTARIO DE PUENTES							
I.- IDENTIFICACION Y UBICACION							
Departamento Político		Altitud		msnm	Nombre		
Departamento Vial		Latitud		grad	Código		
Provincia		Longitud		grad	Ruta vecinal #		
Distrito		Poblado			Kilometraje		
II.- DATOS GENERALES							
Puente Sobre ⁽¹⁾				Ancho Calzada		m.	
Nombre				Num. Vías de Tránsito			
Longitud Total		m.		Alineam:		Angl.	
III.- LONGITUD							
Longitud Total		m.		Longitud entre apoyos		m.	
IV.- SUBESTRUCTURA							
IV.A- ESTRIBO IZQUIERDO				IV.B- ESTRIBO DERECHO			
ELEVACION				ELEVACION			
Tipo ⁽²⁾				Tipo ⁽²⁾			
Material ⁽³⁾				Material ⁽³⁾			
CIMENTACION				CIMENTACION			
Tipo ⁽⁴⁾				Tipo ⁽⁴⁾			
Material ⁽⁵⁾				Material ⁽⁵⁾			
V.- SUELO DE CIMENTACION							
ESTRIBO IZQUIERDO				ESTRIBO DERECHO			
Material ⁽⁶⁾				Material ⁽⁶⁾			
Comentarios				Comentarios			
VI.- CAPACIDAD HIDRAULICA DEL PUENTE							
Longitud Aceptable				Longitud Requerida		m.	
Altura Aceptable				Altura Adicional Requerida		m.	
Necesita Encauzamiento				Longitud de Encauzamiento		m.	
Socavación del Cauce				Profundidad de Socavacion		m.	
VII.- CONDICION DEL SECTOR DE LA CARRETERA							
Condicion de Carretera ⁽⁷⁾							
VIII.- SEGURIDAD VIAL							
VIII.A- ACCESO IZQUIERDO				VIII.B- ACCESO DERECHO			
Señal Informativa ⁽⁸⁾				Señal Informativa ⁽⁸⁾			
Señal Preventiva ⁽⁹⁾				Señal Preventiva ⁽⁹⁾			
Señal Reglamentaria ⁽¹⁰⁾				Señal Reglamentaria ⁽¹⁰⁾			
Señal Horizontal ⁽¹¹⁾				Señal Horizontal ⁽¹¹⁾			
IX.- ACCESOS							
IX.A- ACCESO IZQUIERDO				IX.B- ACCESO DERECHO			
Longitud de Transición		m.		Longitud de Transición		m.	
Alineamiento ⁽¹²⁾				Alineamiento ⁽¹²⁾			
Ancho de Calzada		m.		Ancho de Calzada		m.	
Ancho Total de Bermas		m.		Ancho Total de Bermas		m.	
Pendiente Alta				Pendiente Alta			
Visibilidad ⁽¹³⁾				Visibilidad ⁽¹³⁾			



 PROVIAS DESCENTRALIZADO									
CROQUIS									
Sobre (1)		- Río - Quebrada Seca - Quebrada			- Canal - Carretera - FFCC		- Valle (Viaducto Elevado) - Zona Urbana (Viaducto Elevado)		
Tipo Elevación (2)		Material Elevación (3)			Tipo Cimentación (4)		Material Cimentación (5)		
- Gravedad - Cantilever - Portico - Cajón - Otros		- Concreto Simple - Concreto armado - Mampostería de piedra - Madera			- Zapata - Caisson - Pilotes - Otros		- Concreto Simple - Concreto armado - Acero - Madera - Otros		
Material Suelo Cimentación (6)		- Roca - Conglomerado - Piedra			- Arena - Arcilla - Otros				
Condición de Carretera (7)		- Buena - Regular			- Mala - Muy Mala				
Señal Informativa (8)		Cartel del puente							
Señal Preventiva (9)		Cartel rombo amarillo							
Señal Reglamentaria (10)		Cartel rectangular negro - rojo (Ceda paso, no adelantar, velocidad máxima)							
Señalización Horizontal (11)		Marcas de calzada							
Alineamiento (12)		- Paralelo - Perpendicular - Inclinado - Curva a ____ m.			Visibilidad (13)		- Buena - Regular - Mala		

Fuente: Provias Descentralizado



2.6.3 Muestra.

La muestra puente Chonta, fue seleccionada del Universo que son los principales puentes que existen en la Red Vial Cajamarca - Baños del Inca, tomando en cuenta los criterios de significancia, relevancia y representatividad para investigaciones cualitativas que no usan métodos probabilísticos, siendo nuestro principal método de muestreo el de juicio y conveniencia.

2.6.4 Forma de tratamiento de los datos.

Los datos obtenidos de la inspección fueron contrastados con los tipos de fallas existentes en la guía para la inspección de puentes, y tomando en cuenta los principales tipos de fallas presentados en estructuras de concreto. Los datos obtenidos fueron a la vez verificados mediante toma de medidas y cálculos de verificación como en el caso del IMD.

2.6.5 Forma de análisis de la información.

La información obtenida mediante la información visual, fue analizada de manera exhaustiva en la parte estructural de los diferentes elementos, y la hidráulica del puente en la constatación de la socavación y ha sido cualitativa.



2.7 Materiales o herramientas y recursos humanos.

2.7.1 Recursos humanos.

La presente investigación tuvo la participación directa de la tesista:

- Karina Liliana Polanco Roque

Con el asesoramiento del ingeniero:

- Roberto Mosqueira Ramírez

2.7.2 De campo.

- Wincha.
- Cámara fotográfica.
- Vara de madera.
- Cuaderno.
- Lapicero.

2.7.3 De gabinete.

- Computadora.
- Impresora.
- Papel bond tamaño A4.
- USB, CD's.



CAPÍTULO III. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS:

3.1 Resultado de la investigación

El puente Chonta materia de la presente investigación es un puente viga losa de concreto armado, con estribos de concreto armado en ambos extremos.

3.1.1 Parámetros Geomorfológicos del río Chonta ⁽¹⁾.

- La cuenca del río Chonta tiene un área de drenaje de:

$$A = 322,93 \text{ km}^2$$

- El perímetro de la cuenca es de:

$$P = 85,26 \text{ km}$$

- La distancia que recorre el río es de:

$$L = 34.95 \text{ km}$$

- Y tiene una pendiente de:

$$S = 2.70\%.$$

⁽¹⁾Datos obtenidos de la tesis "Puente Carrozable vía de Evitamiento Norte sobre el río Chonta – Baños del Inca



3.1.2 Caudal máximo y tirante máximo probable ⁽¹⁾.

- El caudal máximo del río Chonta es:

$$Q_{\text{máx}} = 168,64 \text{ m}^3/\text{s}$$

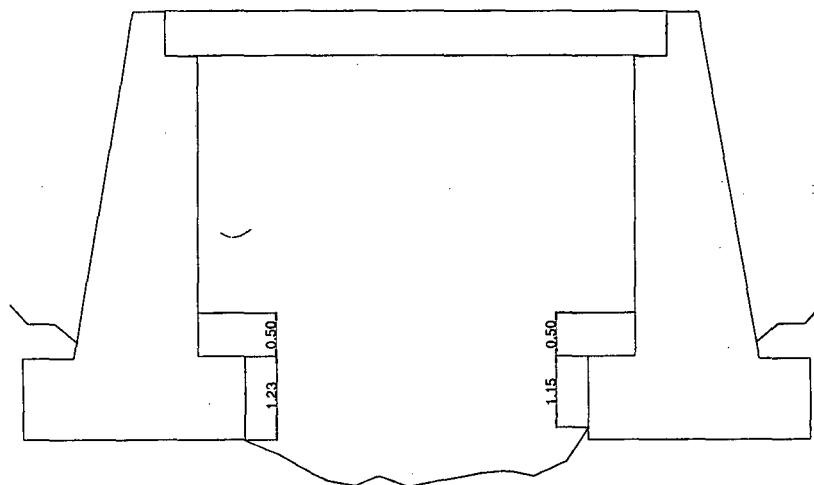
- El tirante máximo probable es:

$$Y = 1.87 \text{ m}$$

3.1.3 Socavación.

La socavación que sufre el puente, en la esquina del estribo derecho aguas abajo es de 1.65 m, y en la parte central es de 1.77 m. La esquina del estribo izquierdo aguas abajo presenta una socavación de 1.73 m. y en la parte central es de 1.85 m.

Figura 14. Socavación en el puente.



Fuente. Elaboración propia

⁽¹⁾Datos obtenidos de la tesis "Puente Carrozable vía de Evitamiento Norte sobre el río Chonta – Baños del Inca



3.1.4 Índice medio diario.

Presentamos a continuación cuadros que indican la cantidad de vehículos que transitan por el puente en promedio de horas:

Tabla N° 7: Índice Medio Diario

TIPOS DE VEHÍCULOS	CANTIDAD DE VEHÍCULOS POR TURNO (MAÑANA)	PORCENTAJE (%)
VEHÍCULOS LIVIANOS		
Mototaxis y Motos	850	16.0
Autos	1650	31.1
Camionetas (cerradas y pick up)	985	18.5
Combis o Vans	1270	23.9
Couster o Micros	270	5.1

VEHÍCULOS PESADOS		
Buses	25	0.5
Camiones Ligeros	135	2.5
Camiones	105	2.0
Maquinaria Pesada	20	0.4
TOTAL DE VEHÍCULOS	5310	100.0

Fuente: Elaboración Propia *diciembre 2012*

** Datos tomados con un*



promedio de 6 hrs

Tabla N° 8: Índice Medio Diario

TIPOS DE VEHÍCULOS	CANTIDAD DE VEHÍCULOS POR TURNO (TARDE)	PORCENTAJE (%)
VEHÍCULOS LIVIANOS		
Mototaxis y Motos	670	18.9
Autos	1070	30.1
Camionetas (cerradas y rurales)	750	21.1
Combis o Vans	790	22.3
Couster o Micros	110	3.1

VEHÍCULOS PESADOS		
Buses	30	0.8
Camiones Ligeros	90	2.5
Camiones y Volquetes	30	0.8
Maquinaria Pesada	10	0.3
TOTAL DE VEHÍCULOS	3550	100.0

Fuente: Elaboración Propia

** Datos tomados con un promedio de 6 horas,*

diciembre 2012



3.2 Análisis de la información

3.2.1 Evaluación de las fallas en la superestructura del puente.

- **Losa.** El Puente es de concreto armado, la losa se encuentra en buenas condiciones, al igual que la capa de asfalto que conforma la superficie de rodadura.

- **Vigas.** Consta de ocho vigas en las que se puede notar la presencia en aumento de eflorescencia, así como filtración de aguas de lluvia lo que está produciendo moho y hongos, hallamos también cangrejas y algunas fisuras menores, que de no tratarse a tiempo puede producir el deterioro del puente.

- **Estribos.** Desprendimiento del recubrimiento en grandes partes del estribo derecho e izquierdo, lo que puede generar la exposición del acero y su posterior corrosión, también existe cangrejas y algunas fisuras.

- **Vías.** El puente Chonta es de dos vías por lo tanto no existe deficiencia en ese aspecto, se corre el riesgo de circulación de vehículos cada vez más pesados, así como el incremento aún mayor de la cantidad de tráfico, lo que puede ocasionar falla por fatiga.



3.2.2 Evaluación de las fallas en la subestructura del puente.

➤ **Cimentación.** Existe socavación local en gran magnitud aguas abajo de los dos estribos del puente, lo que ha generado la exposición de la cimentación y su posible asentamiento, generado por inestabilidad. También hay acumulación de sedimentos aguas arriba de ambos estribos del puente lo que ha elevado el nivel de las aguas, llevando consigo escombros conformado por ramas de árboles y basura acumulada. El incremento de caudales y arrastre de sedimentos debido a las fuerzas destructivas de la naturaleza (FEN del Niño 1998) ha generado una contracción en el cauce del río.

3.2.3 Descripción del estado del puente.

Según las condiciones actuales del puente Chonta y la clasificación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y después de haber realizado una evaluación podemos determinar que el puente se encuentra dentro de la calificación 3 lo cual evalúa a la estructura en:

Malo. La pérdida de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los elementos estructurales primarios. Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.

Según la norma Mexicana el puente evaluado se encuentra dentro de:



Categoría B. Aquellos que presenten una o varias deficiencias importantes, que de no atenderse pueden evolucionar hacia deficiencias graves. Estos puentes requieren atención a mediano plazo

A continuación se presentan algunas fotografías del puente Chonta, en las cuales podemos reconocer algunas de las fallas que el puente ha ido sufriendo con el paso del tiempo, mostrando la objetividad y racionalidad de la presente investigación.

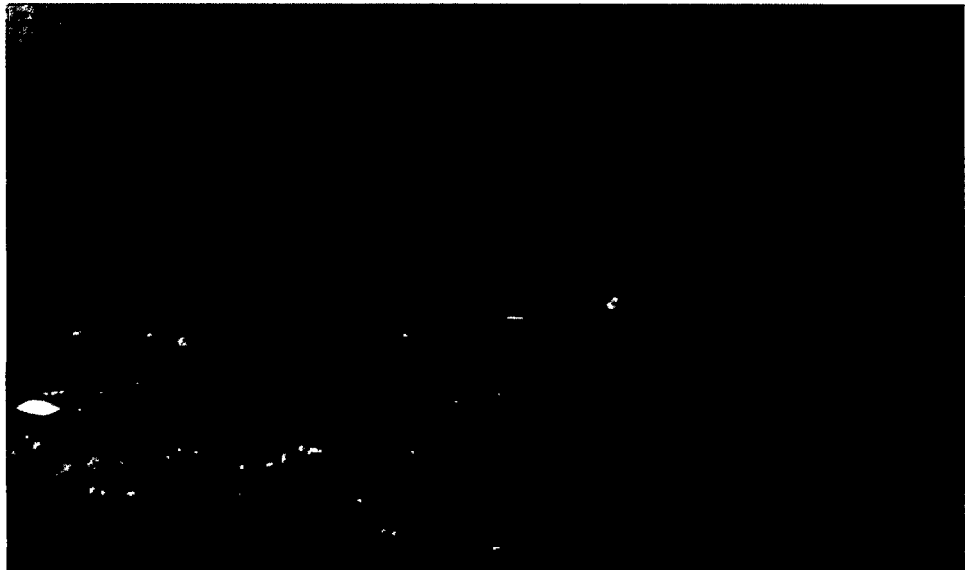


Figura 15. Socavación aguas abajo en el estribo izquierdo del puente.



Figura 16. Filtración en las vigas del puente, lo que produce una combinación de eflorescencia con el crecimiento de hongos y el deterioro de la estructura.

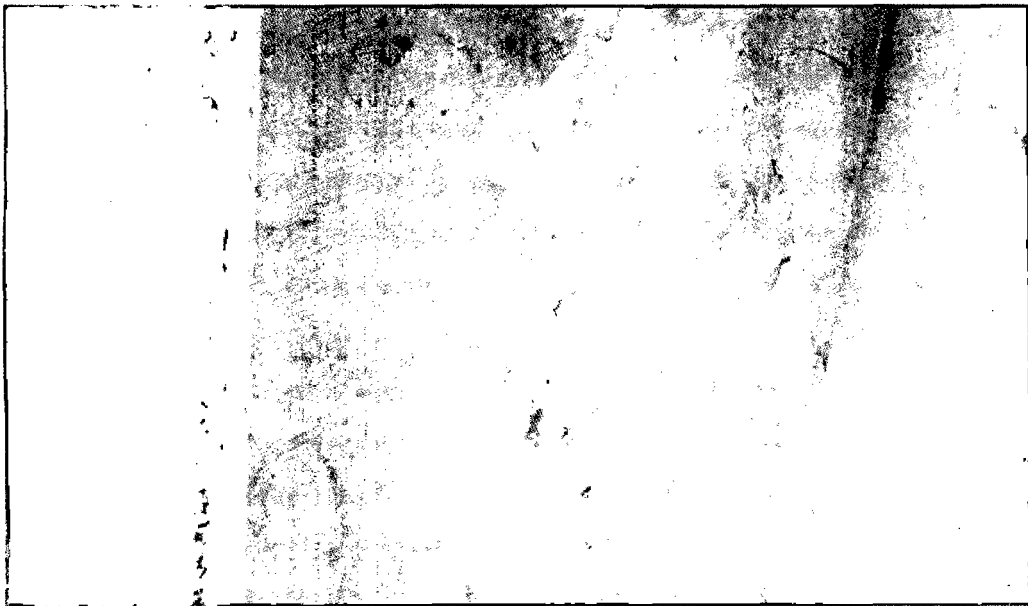


Figura 17. Eflorescencia producida en la parte inferior de la losa del puente.

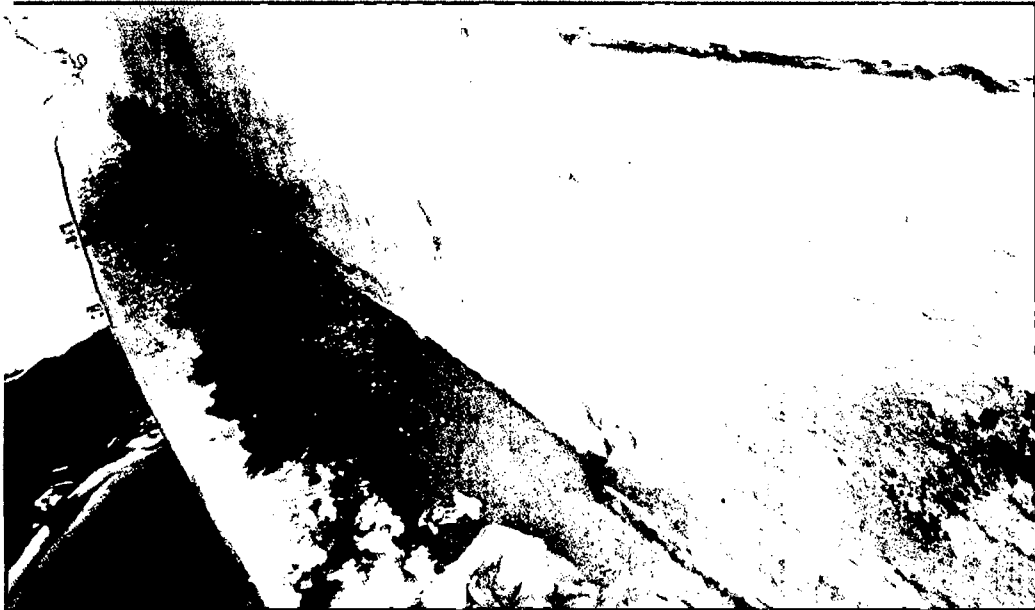


Figura 18. Socavación aguas abajo en el estribo derecho del puente y acumulación de sedimentos.



Figura 19. Vista general del efecto de la socavación en el puente, así como la acumulación de sedimentos.

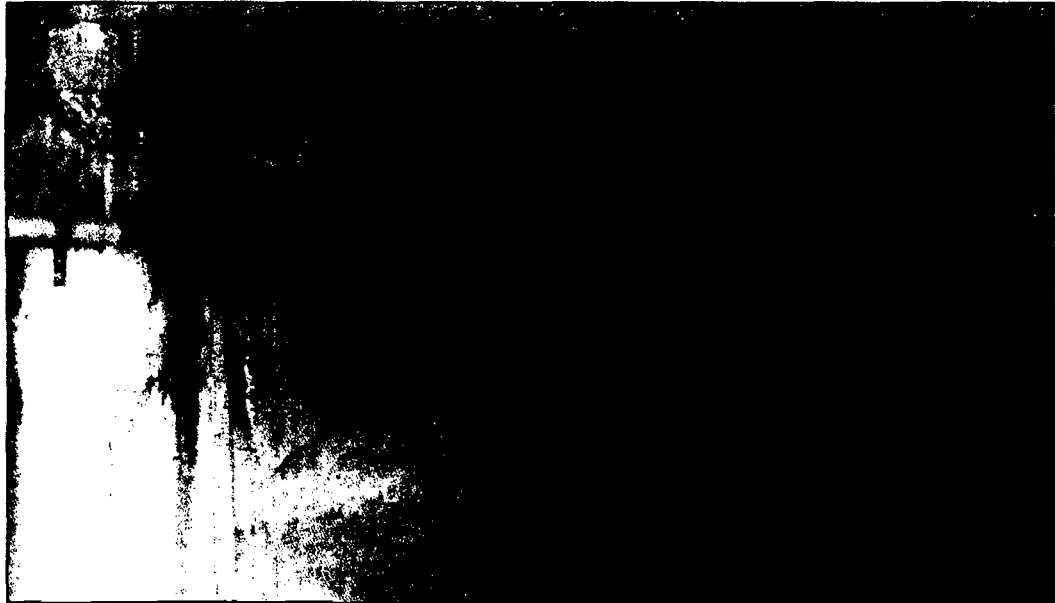


Figura 20. Desprendimientos de revestimiento en los estribos del puente, cangrejas y grietas que ocasionan filtración de agua de lluvia.



Figura 21. Cangrejas y desprendimiento significativo de bloques del revestimiento en el estribo derecho.

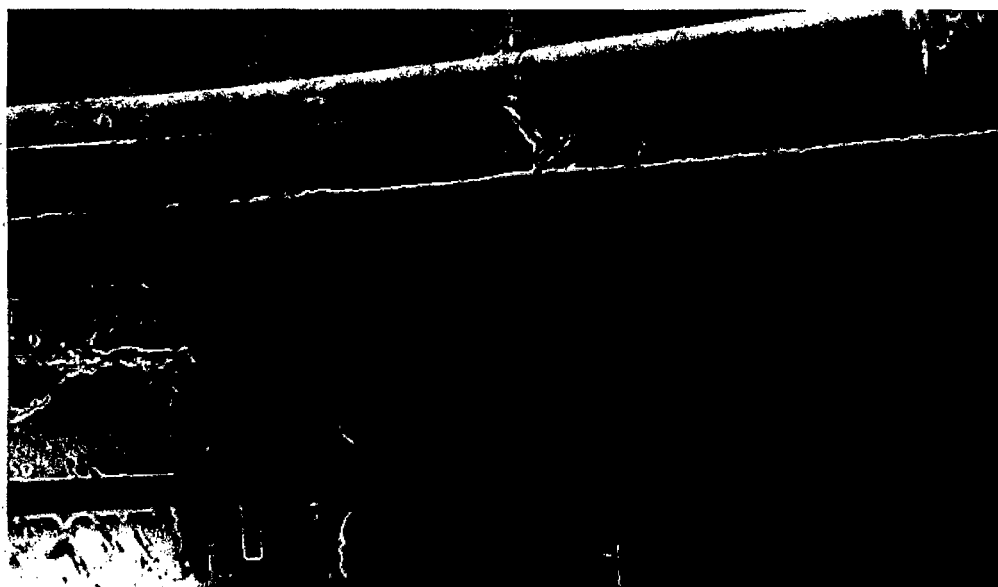


Figura 22. Formación de hongos y deterioro en la estructura producto de las filtraciones.



Figura 23. Filtración de aguas de lluvia, lo que ocasiona el crecimiento de hongos, efectos de eflorescencia, múltiples cangrejas, desprendimiento de bloques de revestimiento en el estribo izquierdo.



Figura 24. Acumulación de escombros y basura en la cimentación de los estribos.

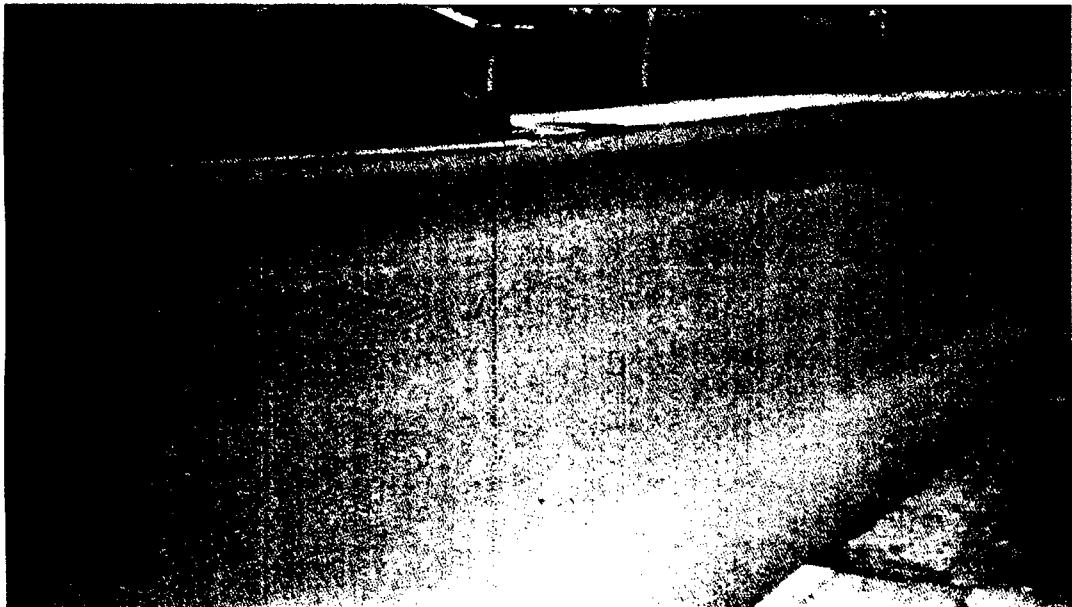


Figura 25. Superficie de rodadura del puente no se puede visualizar los daños por el recubrimiento del asfalto.



3.3 Contrastación de la hipótesis

En la presente investigación se pudo constatar insitu las fallas estructurales del puente sobre el río Chonta, contrastándose de manera objetiva y racional las fallas presentadas, en las diferentes partes del puente, con lo que garantizamos el cumplimiento de la hipótesis.

3.4 Interpretación de la información

La inspección técnica nos ha permitido, interpretar cada uno de los tipos de fallas presentados en la estructura del puente; por ejemplo verificamos la profundidad de socavación que tiene el puente actualmente mediante la medida real del nivel de agua actual comparado con el nivel inicial de la estructura luego de su puesta en marcha, la eflorescencia y el moho fue analizada verificando el daño que ha ocasionado en la estructura del concreto, mediante un raspado con una espátula que nos permitió encontrar el área y la profundidad del daño.

El incremento del índice de tráfico, fue interpretado usando la observación y el conteo, de 7 días continuados usando los formatos oficiales del MTC.

La observación, del cambio del vehículo de diseño fue constatado, durante el cálculo del IMD; según referencias el puente fue diseñado para un vehículo H20 y actualmente circulan vehículos del tipo H20-S16, distorsionando completamente las acciones mecánicas pudiendo colapsar el puente por el efecto de fatiga.



CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

- La clasificación del puente Chonta dentro de la norma peruana dada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones se encuentra dentro de la calificación 3 lo cual evalúa a la estructura en un estado **Malo**. Y según la norma mexicana se encuentra en la **Categoría B**.
- Los estribos del puente se encuentran en proceso de socavación como consecuencia de las lluvias extraordinarias del fenómeno del Niño 1997 - 1998 y de no realizarse un mantenimiento adecuado puede producir el colapso del puente.
- Existe un desprendimiento significativo de un bloque de revestimiento, y desprendimientos menores debido a la falta de adherencia lo que puede generar una exposición del acero y su deterioro por corrosión.
- Existe también acumulación de sedimentos debajo del puente producto de la contracción del río.



- Existe un aumento importante en la carga de diseño, así como en el volumen del tráfico, que puede producir la falla por fatiga en el puente; requiriendo de un procedimiento de análisis y diseño para el reforzamiento.
- El puente Chonta actualmente por los criterios de molitismo y estabilidad se muestra transitable.



Recomendaciones.

- Reforzamiento de la cimentación mediante el sistema de calzaduras, durante del periodo de estiaje; limpieza del cauce reduciendo el efecto de contracción que ocasiona una socavación acelerada.
- Para reducir la socavación y erosión es necesario proteger la estructura bajo el puente con un emboquillado de piedra 5 m. aguas arriba y aguas abajo.
- Mejoramiento del estribo con concreto de alta resistencia y/o con concreto epóxico en las zonas dañadas, evitando que el efecto de corrosión deteriore la estructura.
- Reforzamiento estructural, de vigas y estribos con fibra de carbono, para evitar la fatiga como consecuencia del incremento de tráfico y el cambio de vehículo de diseño.
- Reparar las zonas afectadas por la eflorescencia sustituyendo el concreto afectado por un concreto especial hidráulico y contra sales, recomendándose el tipo MS (resistencia moderada) o el cemento tipo V (altamente resistente).
- Restaurar las zonas afectadas por el moho colocando concreto impermeabilizante; sellar las zonas de ingreso improvisado del agua de lluvia.
- Sanear y rellenar las cangrejeras generadas durante el proceso constructivo; con concreto impermeabilizante.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dirección electrónica, [http://www.construmatica.com/construpedia/Durabilidad de los Morteros de Revestimiento](http://www.construmatica.com/construpedia/Durabilidad_de_los_Morteros_de_Revestimiento).
- Dirección electrónica,
<http://www.monografias.com/trabajos5/juntas/juntas.shtml>
- Flores S, J, (2004), Tesis en Conservación de puentes carreteros, México, consultado en línea.
http://www.construaprende.com/Tesis2/CAP1/CAP1_2.html
- Fondo Perú-Alemania (2011), rehabilitación del camino vecinal iguaín – huamanguilla, Ayacucho, Perú, consultado en línea.
<http://www.diariolavozdehuamanga.com/noticias>
- INVIAS (2006), Manual para la inspección visual de puentes y pontones, Bogotá, Colombia, consultado en línea.
www.invias.gov.co/invias/hermesoft/...1/.../docu_publicaciones4.pdf
- Ministerio de Transportes y comunicaciones (2007), Especificaciones técnicas generales para la conservación de carreteras, Lima, Perú.
- Mosqueira R, H. R., y Mosqueira R, J. E. (2007), Informe de la evaluación de puentes de la red vial cajamarca - jaen, Cajamarca, Perú: Editorial UNC.
- Pérez G, R. E., y Sáenz S, J.C., (2008), Tesis proyecto profesional puente carrozable vía de evitamiento norte sobre el río chonta – baños del inca, Cajamarca, Perú.



- Seaurz A, (2003), Dimensionamiento hidráulico optimizado de puentes con terraplenes, Piura, Perú, consultado en línea
www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/puentes2003



ANEXOS

Anexo A

Formato 1. Evaluación del Puente.

MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS

**DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMACIÓN MULTIANUAL DEL SECTOR
PÚBLICO**

FICHA TÉCNICA N° 2

**ACCIONES DE PREPARACIÓN Y ATENCIÓN DE LAS SITUACIONES DE
EMERGENCIAS**

OCASIONADAS POR DESASTRES NATURALES

I. PLIEGO Y SECTOR RESPONSABLE DEL PROYECTO

Tesista Karina Liliana Polanco Roque

II. DENOMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD O PROYECTO

Evaluación de las Fallas Estructurales del Puente Chonta de la Red Vial Cajamarca –
Baños del Inca.

III. UBICACIÓN

DEPARTAMENTO	Cajamarca
PROVINCIA	Cajamarca
DISTRITO	Baños del Inca
LOCALIDAD	Baños del Inca



IV. DESCRIPCIÓN DEL PROBABLE DESASTRE QUE PUEDE EVITAR LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Fallas graves en su estructura y por ende el colapso del puente.

V. DAÑOS QUE PUEDE OCASIONAR EL FENÓMENO NATURAL

5.1. Identificación de los daños

DIRECTOS: (Total, parcial o leve)

Obstaculizar el tránsito vehicular.

INDIRECTOS: (Total, parcial o leve)

Deterioro de las vías alternas debido al incremento del tráfico vehicular.

VI. BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS OPCIONES PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA

Brindar un adecuado mantenimiento, previniendo así las fallas en la estructura del puente.

6.1. Meta Física. Realizar el adecuado mantenimiento del puente.

VII. RESPONSABLE DE LA IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

7.1. Funcionario que IDENTIFICÓ EL PROYECTO Y ELABORÓ LA FICHA TÉCNICA

NOMBRE

Karina Liliana Polanco Roque

CARGO

Tesista

TELÉFONO

976 323905

DIRECCIÓN

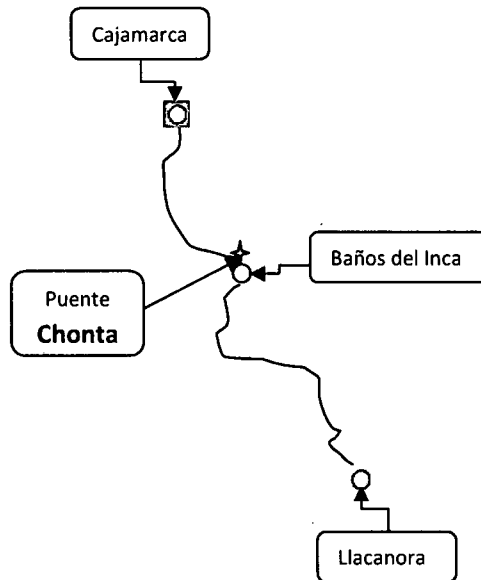
Jr. Lloque Yubanaui # 368



7.2. Responsable que ELABORO LA FICHA DEL PROYECTO

NOMBRE	Karina Liliana Polanco Roque		
CARGO	Tesisista		
TELEFONO	976 323905	Correo	Karly_a7@hotmail.com
	Electrónico		
DIRECCIÓN	Jr. Lloque Yupanqui # 368		

VIII. CROQUIS DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



IX. FECHA DEL REPORTE

Ciudad y fecha: Cajamarca, 2013

CONTEO DE TRÁFICO CAMINOS RURALES

Este conteo se tiene que realizar de forma mensual durante 1 semana (lunes a domingo)

RUTA: Cajamarca - Baños del Inca








TRAMO: _____

SECTOR DE MANTENIMIENTO: _____

UBICACIÓN: Departamento: Cajamarca Provincia: Cajamarca Distrito: Baños del Inca

ESTACIÓN: _____

SENTIDO: Doble sentido

HORA	Transporte Ligero		Transporte Urbano			Transporte de carga		
	AUTOS	PICK UP	COMBIS	MICROS	BUSES	CAMIONES 2 EJES	CAMIONES 3 EJES	
								
00 - 01								
01 - 02								
02 - 03								
03 - 04								
04 - 05								
05 - 06								
06 - 07								
07 - 08	285	168	217	51	4	18	2	
08 - 09	276	166	210	45	5	17	1	
09 - 10	270	161	205	40	3	14	-	
10 - 11	269	165	207	42	2	15	-	
11 - 12	272	158	211	44	5	16	1	
12 - 13	278	167	220	48	6	19	1	
13 - 14								
14 - 15	183	130	139	24	7	6	1	
15 - 16	174	127	128	18	4	4	-	
16 - 17	177	123	130	17	5	3	-	
17 - 18	176	122	135	19	3	5	-	
18 - 19	181	128	133	20	6	7	1	
19 - 20	179	120	125	12	5	3	-	
20 - 21								
21 - 22								
22 - 23								
23 - 24								
TOTAL	4455		2440			55	127	7

IMD = (TOT1 x 1 + TOT2 x 1.5 + TOT3 x 2 + TOT4 x 2 + TOT5 x 2.5)

8496.50

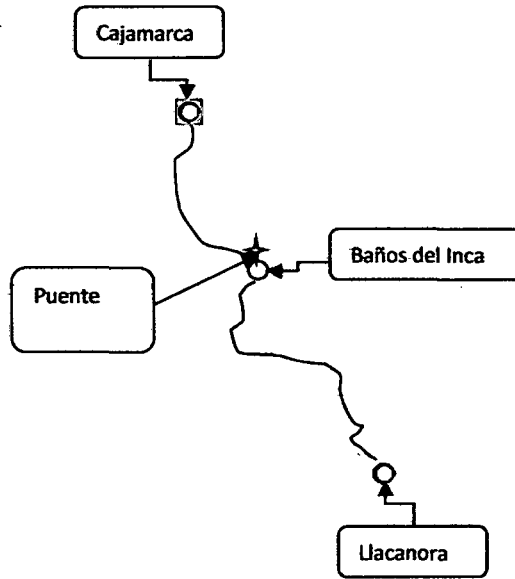


**PROVIAS
DESCENTRALIZADO**

FORMATO - INVENTARIO DE Puentes

I. - IDENTIFICACION Y UBICACION			
Departamento Político :	Cajamarca	Altitud :	2750 msnm
Departamento Vial :	Cajamarca	Poblado :	-
Provincia :	Cajamarca		
Distrito :	Baños del Inca		
II. - DATOS GENERALES			
Puente Sobre ⁽¹⁾ :	Río Chonta	Ancho Calzada :	12.70 m.
Nombre :	Puente Chonta	Num. Vías de Transito :	2
Longitud Total :	15.30 m.		
IV. - SUBESTRUCTURA			
IV.A- ESTRIBO IZQUIERDO		IV.B- ESTRIBO DERECHO	
ELEVACION		ELEVACION	
Material ⁽³⁾ :	Concreto armado	Material ⁽¹⁵⁾ :	Concreto armado
CIMENTACION		CIMENTACION	
Tipo ⁽⁴⁾ :	Zapata	Tipo ⁽⁴⁾ :	Zapata
Material ⁽⁵⁾ :	Concreto armado	Material ⁽⁵⁾ :	Concreto armado
V. - SUELO DE CIMENTACION			
ESTRIBO IZQUIERDO		ESTRIBO DERECHO	
Material ⁽⁶⁾ :	Otro	Material ⁽⁶⁾ :	Otro
Comentarios :	Gravoarenoso	Comentarios :	Gravoarenoso
VII. - CONDICION DEL SECTOR DE LA CARRETERA			
Condicion de Carretera ⁽⁷⁾ :	Buena		
VIII. - SEGURIDAD VIAL			
VIII.A- ACCESO IZQUIERDO		VIII.B- ACCESO DERECHO	
Señal Informativa ⁽⁸⁾ :	No	Señal Informativa ⁽⁸⁾ :	No
Señal Preventiva ⁽⁹⁾ :	No	Señal Preventiva ⁽⁹⁾ :	No
Señal Reglamentaria ⁽⁹⁾ :	No	Señal Reglamentaria ⁽¹⁰⁾ :	No
Señal Horizontal ⁽¹⁰⁾ :	No	Señal Horizontal ⁽¹¹⁾ :	No

CROQUIS

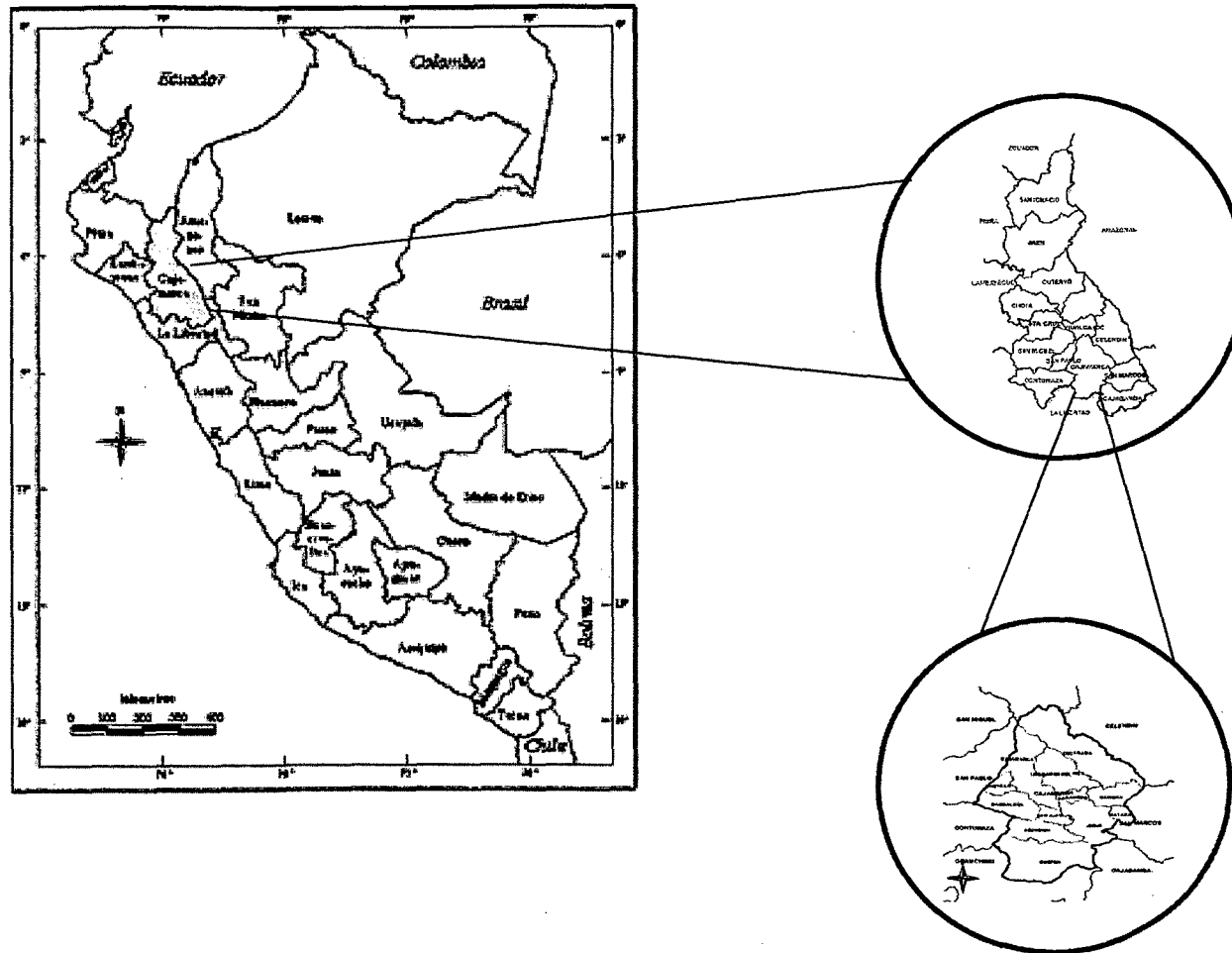


Sobre (1)	- Rio - Quebrada Seca - Quebrada	- Canal - Carretera - FFCC	- Valle (Viaducto Elevado) - Zona Urbana (Viaducto Elevado)
Tipo Elevación (2)	- Gravedad - Cantilever - Portico - Cajón - Otros	Material Elevación (3) - Concreto Simple - Concreto armado - Mampostería de piedra - Madera	Tipo Cimentación (4) - Zapata - Caisson - Pilotes - Otros
Material Suelo Cimentación (6)	- Roca - Conglomerado - Piedra	- Arena - Arcilla - Otros	Material Cimentación (5) - Concreto Simple - Concreto armado - Acero - Madera - Otros
Condición de Carretera (7)	- Buena - Regular	- Mala - Muy Mala	
Señal Informativa (8)	Cartel del puente		
Señal Preventiva (9)	Cartel rombo amarillo		
Señal Reglamentaria (10)	Cartel rectangular negro - rojo (Ceda paso, no adelantar, velocidad máxima)		
Señalización Horizontal (11)	Marcas de calzada		
Alineamiento (12)	- Paralelo - Perpendicular - Inclinado - Curva a ___ m.	Visibilidad (13)	- Buena - Regular - Mala



Anexo D:

Plano de Ubicación





Anexo E:

Panel Fotográfico



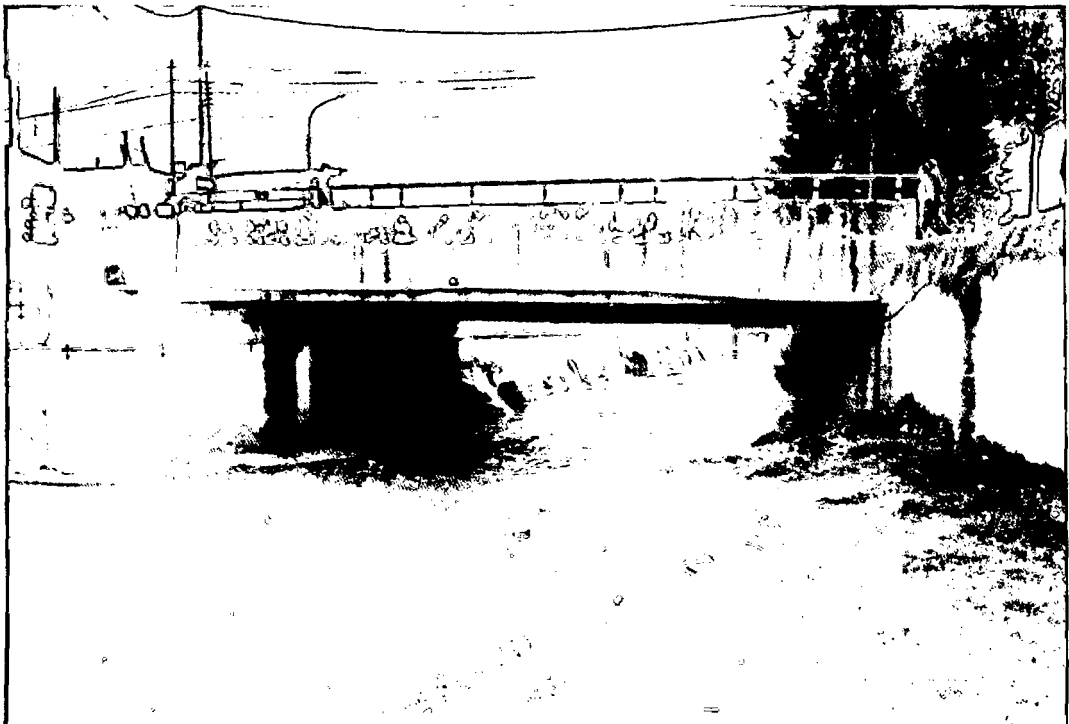
Fotografía 1. Cimentación expuesta producto de la socavación



Fotografía 2. Fotografía general del puente



Fotografía 3. Parte inferior derecha del puente



Fotografía 4. Fotografía general del puente