

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

SEDE - JAÉN

**NIVEL DEL DETERIORO ESTRUCTURAL EN EL
PUENTE DE CONCRETO
"PUENTE ORELLANA"- JAEN**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL**

ASESOR: Ing°. Wilder Max Narro Martos

BACHILLER: Artidoro Moreno Requejo

Jaen, Cajamarca - Perú

2013

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCION	x
CAPITULO I. MARCO TEÓRICO	01
1.1. Antecedentes teóricos.	01
1.2. Bases teóricas.	04
1.2.1. Puente.	04
1.2.2. Elementos principales de un puente.	05
1.2.3. Inspección de Puentes	06
1.2.4. Niveles de inspección	07
1.2.5. Cálculo del Índice de Condición del Puente	08
1.2.5.1. Tipos de inspección	08
1.2.5.2. Herramientas para la inspección de Puentes.	10
1.2.6. Protección Catódica por medio de Ánodos de Sacrificio Para Acero Expuesto.	14
1.2.6.1. Descripción.	14
1.2.6.2. Ventajas y Beneficios.	14
1.2.6.3. Aplicaciones.	15
1.2.6.4. Vida de Servicio.	15
1.2.6.5. Proceso de Instalación.	15
1.3. Definición de términos básicos.	18
CAPITULO II. MATERIALES Y METODOS	20
2.1. Plano de localización y ubicación.	20
2.2. Variables y Operacionalización de las variables.	22
2.2.1. Variables	22
2.2.2. Operacionalización de las variables	22
2.3. Tipo de investigación y descripción de diseño.	23
2.3.1. Tipo de la investigación.	23
2.3.2. Diseño de la ejecución de la investigación.	24

CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIONES	31
3.1. Resultados.	31
3.2. Discusiones.	37
CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
CAPITULO V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	41
CAPITULO VI. ANEXOS	43

DEDICATORIA

"Cualquiera que haya sido nuestro logro, alguien siempre nos ayudó a alcanzarlo..."

A mi madre...

AGRADECIMIENTO

Al terminar esta etapa importante de mi formación profesional quiero agradecer a mi familia por el apoyo incondicional en todo momento, en especial a mis padres Lucy y Jhony mis hermanas Flor y Cecilia, fundamentales para poder concluir con éxito mi carrera.

Un agradecimiento a mi asesor Ing. Narro Martos, por su confianza depositada durante estos meses de trabajo en conjunto que llevaron a concluir mi etapa universitaria con este trabajo, en el cual ha sido fundamental su guía y apoyo.

INDICE DE TABLAS

TABLA 01. CONDICIÓN GLOBAL DEL PUENTE:	09
TABLA 02. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	22
TABLA 03. FUENTES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS DATOS DE CADA VARIABLE.	26
TABLA 04. CONDICIÓN DE LOS ELEMENTOS DE UN PUENTE	27
TABLA 05. FACTOR DE PESO POR MATERIAL DEL ELEMENTO	29
TABLA 06. ESCALA DE ICP DEL PUENTE	30
TABLA 07. ELEMENTOS DEL PUENTE VIGA "PUENTE ORELLANA"	32
TABLA 08. PESO PONDERADO FINAL	33

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ELEMENTOS DE UN PUENTE	06
FIGURA 2: EJEMPLOS DE CODIFICACIÓN DE ELEMENTOS	12

RESUMEN

La evaluación estructural de un puente debe ser periódica, la cual determina el nivel de deterioro de la estructura, la misma que planea la conservación y mantenimiento de la estructura; En el "Puente Orellana" no se ha realizado ninguna evaluación desde su construcción, por lo que la presente tesis será el punto de partida para futuros investigadores en la localidad; El objetivo principal de esta tesis fue, determinar el nivel del deterioro estructural existente en el "Puente Orellana". La investigación se llevó a cabo mediante una evaluación estructural de campo, este procedimiento técnico fue obtenido de la Guía para la Inspección de Puentes del MTC. La recopilación de la información fue en formatos ya establecidos para este tipo de evaluación estructural, tanto rutinaria como inspección visual general, finalizada la etapa de campo se procedió a procesar los datos obtenidos con información recopilada (Valenzuela, 2008), para de esta manera determinar el nivel de deterioro en la estructura, luego de procesar e interpolar los resultados obtenidos se determinó el índice de condición del puente, $ICP=3.16$; esto debido a la gran cantidad de daños presentes en la estructura como son; agrietamientos, baches, desgaste debido al incremento de tráfico, falta de recubrimiento, deformaciones, corrosión de elementos de acero, falta de juntas en el pavimento, socavación y erosión. Por lo que se concluyó que la estructura y sus obras complementarias, presentan un ESTADO REGULAR, y que se deben tomar medidas de mantenimiento y conservación para prevenir posibles daños e incluso el colapso de la estructura.

Palabras Claves: *Conservación, Índice de condición del puente, deterioro estructural.*

ABSTRACT

The structural evaluation of a bridge must be periodic, which determines the level of deterioration of the structure, the same one who was planning the conservation and maintenance of the structure; In the "Bridge Orellana" no evaluation has been realized since its construction, for what the present thesis will be the starting point for future investigations in the locality; The investigation was carried out by means of a structural evaluation of field, this technical procedure was obtained from the Guide for the Inspection of Bridges of the MTC. The data collection was in formats already established for this type of structural evaluation, so much routine as visual general inspection, finished one proceeded to the field stage to process the information obtained with information compiled (Valenzuela, 2008), hereby to determine the level of deterioration in the structure, after processing and to interpolate the obtained results there decided the bridge condition index, $ICP=3.16$; this because the great quantity of present hurts in the structure since they are; crackings, pot-holes, wear due to the increase of traffic, lack of covering, deformations, corrosion of elements of steel, lack of meetings in the pavement, undercut and erosion. For what one concluded that the structure and his complementary works, they present a REGULAR CONDITION, and that must take measurements of maintenance and conservation to anticipate possible hurts and even the collapse of the structure.

Keywords: conservation, bridge condition index, structural deterioration.

INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación estuvo referido a que 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 Orellana ha sufrido diversos cambios a lo largo del tiempo como incrementos en la carga de diseño, aumento IMD, lluvias extraordinarias, que silenciosamente y de manera imperceptible van deteriorando su estructura, lo cual constituye un alto riesgo de producirse la falla por fatiga o por acciones sísmicas no consideradas.

La condición de los puentes de la Red Vial del Perú varía considerablemente. Muchas estructuras con más de cincuenta años de uso, generalmente sufren daños por falta de un mantenimiento adecuado, más que por su antigüedad. Algunas de las estructuras presentan un estado crítico con respecto a su estabilidad estructural y capacidad de carga y, en esas condiciones, la seguridad del tránsito asume altos niveles de incertidumbre asociados a riesgos crecientes (MTC-2007).

En la actualidad, muchos puentes de concreto con pocos años de servicio o muy antiguos, requieren ser evaluados estructuralmente debido a su deterioro, a causa de la corrosión, deformaciones, exposición de aceros de refuerzo, agrietamientos, catástrofes naturales, incremento del IMD y fatiga; cuya finalidad es prevenir riesgos para las personas que transitan y determinar el nivel de daño que

presenta la estructura para adoptar una propuesta de actuación acorde con los intereses del propietario de la comunidad. (MTC -2007).

La justificación básica que llevo a desarrollar la presente investigación, fue la necesidad de dar solución a la problemática existente en el Puente Orellana, esto debido a que no se ha realizado ninguna inspección y mucho menos un mantenimiento del mismo, por lo tanto el presente estudio resulta necesario, debido a que los resultados obtenidos permitirán conocer científicamente los deterioros existentes en el Puente Orellana de la ciudad de Jaén. La importancia de realizar la investigación del puente es para verificar el estado en el que se encuentra y así prevenir posibles daños e incluso el colapso, evitando el gasto público innecesario.

Finalmente el aporte de la presente investigación será facilitar información que permita la toma de decisiones orientadas a mantener la continuidad de la transitabilidad de la infraestructura vial en forma eficiente y segura; Luego de esta investigación se contara con elementos de consulta para futuras investigaciones. El problema de esta investigación estuvo referida a ¿cuál es el nivel de deterioro estructural en el “Puente Orellana”?; en tal sentido se mencionó como hipótesis que el nivel de deterioro del “puente Orellana” es alto.

La investigación comprendió la evaluación a la estructura del “Puente Orellana”, existente en la Ciudad de Jaén, Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, en el periodo comprendido Febrero – Abril del 2013. La investigación del presente estudio está limitada solo para la estructuración evaluada por lo que los resultados obtenidos no pueden generalizarse a otras estructuras.

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

Antecedentes Internacionales.

Encontramos el trabajo de Valenzuela Díaz (2008) en Chile, el autor realizó una Metodología de Gestión de Puentes a nivel de red basada en la Inspección Visual, Esta investigación se centró en desarrollar un índice para la priorización y toma de decisiones de mantención y rehabilitación de puentes a través de un Índice combinado del Puente (IP).

Para poder determinar el Índice del Puente fueron desarrolladas o adaptadas herramientas individuales para el cálculo con información obtenida mediante inspección visual. Posteriormente se desarrolló el índice final recopilando conocimiento experto a través de una encuesta en la que se plantearon combinaciones de los factores a través de escenarios y se evaluó el estado general de la estructura vial.

Se obtuvo una ecuación para el cálculo del Índice del Puente, el que permite priorizar inversiones y asignar acciones de mantención y rehabilitación de acuerdo a su valor y el de los factores que lo componen. Su aplicación en los puentes de la red vial permite detectar las necesidades más urgentes de intervención basados en un análisis global de su estado, ambiente y funcionalidad vial.

Otro antecedente importante sobre el tema de esta investigación es el trabajo realizado en Buenos Aires, denominado Evaluación del Estado del Hormigón de 7 puentes ubicados en el bajo San José, sobre la Ruta Provincial N° 51 (Buenos Aires), en esta investigación se relacionó el deterioro producido por la circulación de agua proveniente de los drenajes debido a la delaminación del recubrimiento (SAM/CONAMET 2007).

Se realizó una evaluación visual y muestreo mientras se estaban haciendo trabajos de remediación y puesta en servicio de la ruta. Se analizó el hormigón que constituye los puentes, se relevaron bases, pilas, vigas, superficie de rodamiento y estribos. Se observó un importante deterioro en estos últimos, pérdida de secciones de acero por corrosión producida por la circulación de agua proveniente de los drenajes, merma en secciones útiles de hormigón debido a la delaminación del recubrimiento, rotura de las placas de pavimento debido a los procesos mecánicos desarrollados por el tránsito (SAM/CONAMET 2007).

El ministerio de transporte y Comunicaciones (MTC) ha efectuado trabajos de evaluación de puentes de la Red Vial Nacional, usando la Guía para la Inspección de Puentes normado con Directiva N° 01-2006-MTC/14 y aprobado por Resolución Directoral N°012-2006-MTC/14 del 14 de marzo del año 2006.

Antecedentes Nacionales.

El ministerio de transporte y Comunicaciones (MTC) ha efectuado trabajos de evaluación de puentes de la Red Vial Nacional, usando la Guía para la Inspección de Puentes normado con Directiva N° 01-2006-MTC/14 y aprobado por Resolución Directoral N°012-2006-MTC/14 del 14 de marzo del año 2006.

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.

Roberto Mosqueira Ramírez (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.

Antecedentes Locales.

Los Ing. Roberto Mosqueira e Ing. Jorge 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.

Se tiene conocimiento la existencia de trabajos de investigación similares en la biblioteca de la Universidad Nacional de Cajamarca.

1.2. BASES TEÓRICAS

1.2.1. Puente

Los puentes son estructuras que proporcionan una vía de paso sobre el agua, una carretera, o una vía férrea, pero también pueden transportar tuberías y líneas de distribución de energía, y tienen que contar por lo

menos, con un carril para circulación del tráfico u otras cargas rodantes y que tenga un claro, medido a lo largo del centro de la vía, que exceda de 6.00 metros entre los apoyos en los estribos o entre arranques de los arcos, o los extremos de las aberturas exteriores en cajas múltiples (Martínez Jáenz y colaboradores 2005).

1.2.2. Elementos de un puente

Las tres partes que estructuran un puente se diferencian de acuerdo a su función. La superestructura comprende todos los componentes que permiten el tráfico. La Subestructura es la parte que soporta la superestructura y el tráfico transfiriendo las cargas desde el puente al suelo. Los accesos y defensas incluyen todos los elementos complementarios que no aportan capacidad resistente. Los elementos principales de un puente se observan en la Figura 1. (Martínez Jáenz y colaboradores 2005)

La superestructura está compuesta por los siguientes elementos (Tonias, 1995):

- Cubierta.
- Superficie de rodado.
- Elementos primarios.
- Elementos secundarios.
- Apoyos.

La subestructura considera los siguientes elementos:

- Estribos.
- Cepas.

Los accesos y elementos complementarios cumplen propósitos distintos a soportar cargas, pero forman parte del sistema global que entrega funcionalidad a la estructura. Los principales elementos son:

- Protección de laderas:
- Subdrenaje.
- Accesos.
- Barreras.

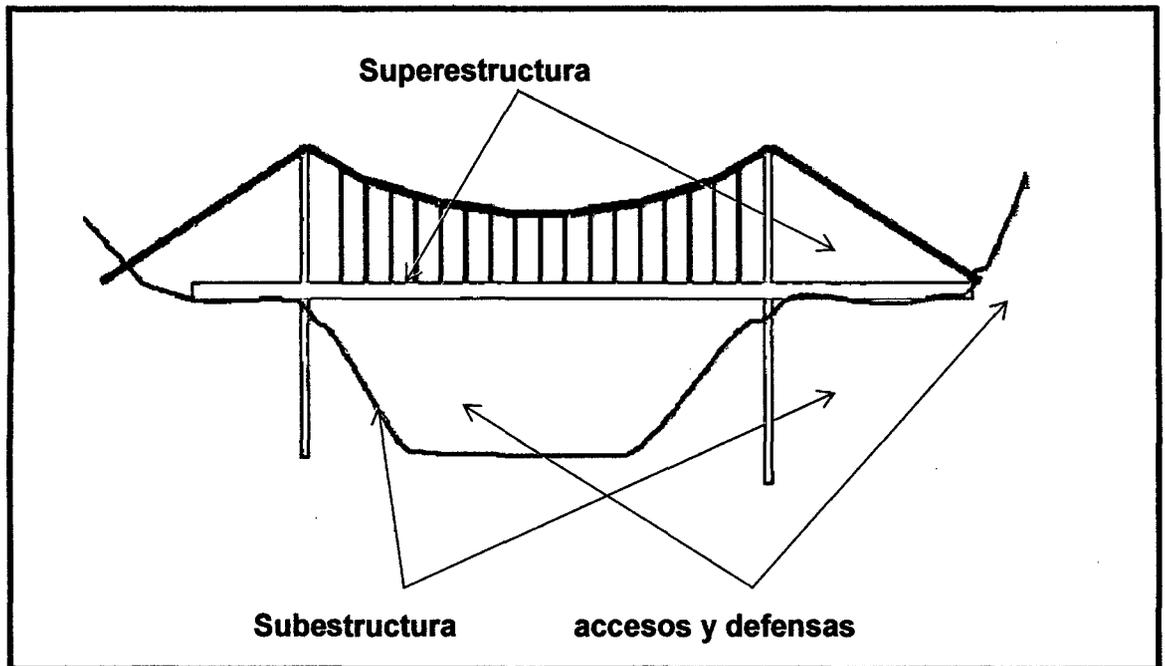


Figura 1: Elementos de un Puente

1.2.3. Inspección de Puentes

Administrar un sistema complejo de puentes viales requiere de un conjunto de herramientas administrativas que ayuden a la toma de decisiones. Durante el proceso de toma de decisiones se realiza un esfuerzo importante para definir cuál puente o elementos de un puente necesitan atención. Cualquier acción efectiva de conservación requiere un conocimiento de su condición actual. Este conocimiento se obtiene mediante la inspección.

La inspección se define como la obtención planificada de datos necesarios para conocer el estado de un puente en un instante dado. El proceso consiste en una revisión periódica de los elementos de un puente y el

entorno de la estructura para cuantificar sus deterioros, con el fin de determinar su estado.

La inspección generalmente es un proceso manual llevado a cabo por personal especializado, aunque nuevas técnicas permiten la adquisición automática de datos mediante la utilización de equipos que detecten y cuantifiquen deterioros en distintos elementos de las estructuras (Wang et al, 2004). Con estos métodos aún no se obtiene un nivel de confiabilidad similar al de la inspección manual debido a la variedad de deterioros existentes (Elzarka et al, 1999). La inspección de puentes debe ser capaz de abarcar cualquier tipología estructural y material de construcción.

1.2.4. Niveles de inspección

La inspección se realiza en diferentes niveles de profundidad, asociados a niveles de gestión y disponibilidad de recursos para llevarla a cabo. Al variar de un nivel a otro, la inspección puede ir desde una opinión subjetiva basada en la observación directa de la estructura, la cuantificación de deterioros en base a observación, juicio experto e instrumentos simples (principalmente de medición, accesibilidad y seguridad). Al trabajar en un nivel más detallado de inspección se cuenta con información más certera que permite tomar decisiones más precisas respecto a las actividades de mantención y rehabilitación a desarrollar e incluso cuantificar los costos de las opciones a nivel de proyecto. Se utilizan los siguientes tipos de inspección: inspección rutinaria, inspección general, inspección detallada, inspección de construcción e inspección hidráulica.

1.2.5. Cálculo del Índice de Condición del Puente

Para el cálculo del ICP se utilizan los datos obtenidos mediante una inspección visual del puente. Sin embargo, existen distintos tipos de inspección.

1.2.5.1. Tipos de inspección

- **Inspección rutinaria**

La inspección rutinaria es una inspección superficial, esta se realizará cada seis meses, según las exigencias de la ley de concesiones y el ciclo de cargas hidráulicas que sufre el puente, definido por el crecimiento del río debido a las lluvias o deshielos. Su objetivo es detectar daños graves o cambios importantes en la estructura durante ese período. A partir de esta inspección se define el Grado de Daño del Puente (G.D.) que es una nota subjetiva del estado de la estructura para cumplir su función. El Grado de Daño se puede asignar a la estructura completa o a cada grupo de elementos (subestructura, superestructura, accesos, elementos secundarios, etc.). (DICTUC, 2006):

Tabla 01. Condición global del puente:

El Grado de Daño se define según la siguiente escala (DICTUC, 2006):

Calificación	Grado del daño
5	"Bueno. Nuevo o como nuevo". Sin señal de deterioro. No necesita reparación.
4	"Funciona como se diseñó originalmente". Deterioro insignificante o daño que no reduce la capacidad de los elementos bajo inspección ni tampoco su capacidad de funcionamiento. Reparaciones menores se pueden hacer para aliviar el daño o eliminar el deterioro.
3	"No funciona como originalmente fue diseñado". Deterioro serio y/o daño suficiente para reducir la capacidad estructural y funcional del elemento. Si se trata de un elemento primario su capacidad de carga ha sido reducida.
2	"Potencialmente peligroso" Esta clasificación de los elementos primarios implica que hay peligro de colapso bajo cualquier uso posterior de esta estructura, y el puente debe ser cerrado al tránsito inmediatamente. Cuando dicha clasificación se aplique a los elementos secundarios, esto puede ser causa de accidente de tránsito o peatonales y debe ser corregido de inmediato.
1	"Peligroso". El puente debe estar cerrado daños no reparables y peligro de colapso o ya colapsado. Medidas inmediatas

Fuente:(Valenzuela, 2008).

- **Inspección general**

La inspección general o periódica es un tipo de inspección visual que analiza los deterioros de cada elemento de un puente (JICA, 1996). El personal que ejecuta la inspección requiere entrenamiento y especialización para la detección y cuantificación de los deterioros de los distintos puentes. Como resultado de este tipo de inspección se obtiene un registro con los deterioros por

cada elemento del puente y la condición de ese elemento. Este registro es la base para determinar la condición de la estructura y debe ser actualizado cada 2 años. El equipo usado en este tipo de inspección es mínimo, principalmente para seguridad, accesibilidad a zonas complicadas del puente, registro del puente y medición de deterioros. En cada elemento del puente se evalúan distintos deterioros, según el material de construcción del que está compuesto. Otorgándosele al elemento una calificación de estado. La finalidad de este tipo de inspección es definir acciones de conservación o rehabilitación a nivel agrupado o establecer la necesidad de una Inspección Especial.

Esta tarea requiere el apoyo de una serie de documentos para estandarizar y facilitar la identificación del puente, sus elementos, deterioros y el manejo de la información obtenida. Las herramientas a usar se describen en la siguiente sección. El resumen de la inspección se realiza mediante la ficha de Inspección General y la Ficha Resumen de Inspección General ubicada en Anexo A1 y A2.

1.2.5.2. Herramientas para la inspección de puentes.

La inspección de puentes requiere de varias herramientas para asegurar la optimización, seguridad y uniformidad del proceso. Dentro de las herramientas más importantes están la metodología para la codificación de puentes y elementos, el sistema de calificación y catálogo de daños, y los procedimientos de inspección.

- **Codificación de puentes y elementos.**

La codificación de puentes es el primer elemento para asegurar la identificación inequívoca de cada estructura dentro del inventario. Para esto se adoptará la metodología propuesta por DICTUC (DICTUC, 2006). De acuerdo a esto cada puente se identificará con la sigla de la ruta en que se emplaza y el kilometraje en que se encuentra. El inicio del puente se identifica según el metraje menor según el sentido de avance del balizaje de la ruta y su término por el kilometraje mayor.

La codificación de elementos permite identificar cada componente del puente de forma inequívoca sin necesidad de un plano u otro dibujo técnico. Para esto se propone utilizar una combinación de las metodologías propuestas por Echaveguren, (DICTUC, 2006) y (Haque, 1997). El sistema se basa en la inspección segmentada de estructuras, buscando la ejecución eficiente del proceso y la consideración de todos los elementos de la estructura (White et al, 1992). Este proceso consiste en separar los elementos que conforman el puente (vigas, cepas, barandas, tablero, etc.) y a partir de esto realizar el proceso de inspección sobre cada elemento particular. Este proceso permite ubicar los deterioros en el elemento en que se presenta, lo que permite estimar la condición de cada elemento y su importancia dentro de la estabilidad general de la estructura. La codificación a utilizar consiste en la identificación numérica para los tipos de elementos de la estructura, mientras que para la enumeración se usará el sistema propuesto por Haque: la

secuencia de numeración avanza del comienzo del puente hacia su fin y de izquierda a derecha. Cuando se encuentren elementos de igual código en forma paralela y transversal al eje longitudinal del puente, se numerará primero los que se encuentren en la fila más cercana al inicio del puente, de izquierda a derecha.

El sistema final separa los tipos de elementos clásicos de acuerdo a la estructuración del puente, se establecen los tipos de puentes y elementos definidos en la Figura 2.

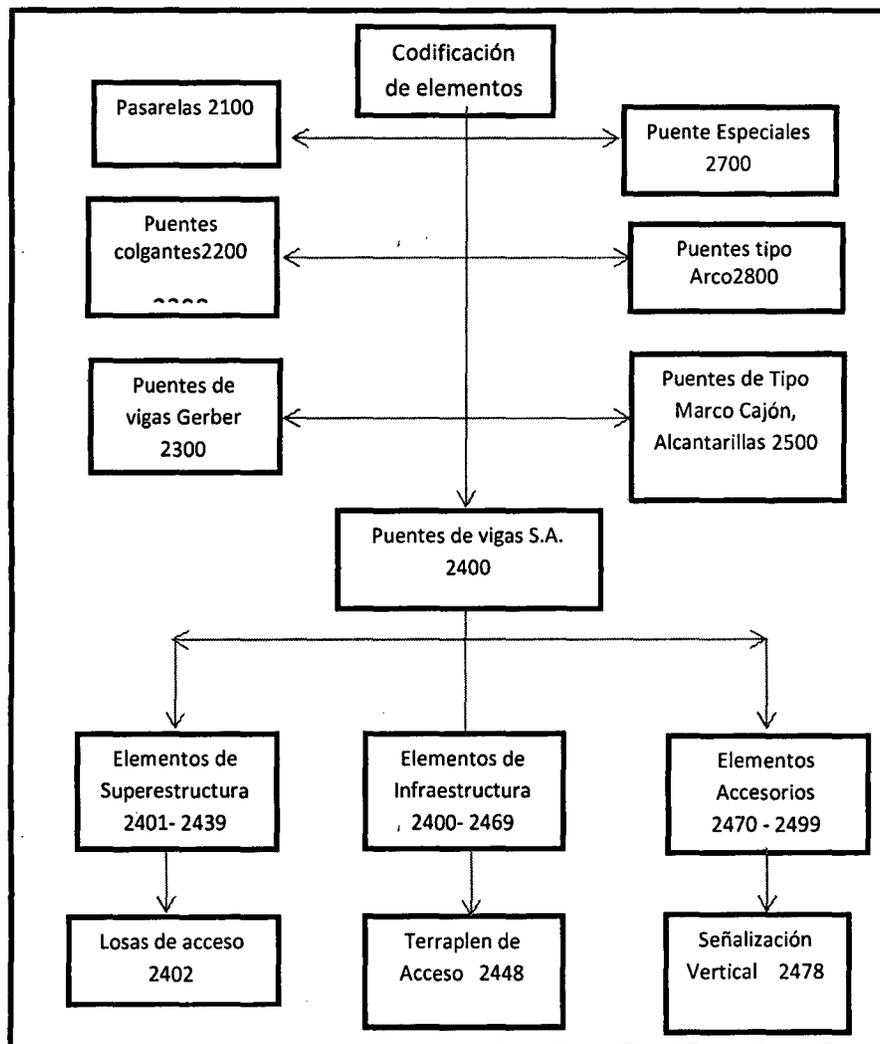


Figura 2: Ejemplos de Codificación de Elementos (Fuente: Adaptado DICTUC, 2006)

- **Codificación, calificación y catálogo de daños.**

Evaluar los daños de la estructura permite obtener una calificación del estado de un puente. Para que la inspección sea eficiente es necesario tener definidos los daños a observar, su calificación y códigos. Para esto se utilizará una codificación de daños basada en el trabajo de DICTUC (DICTUC, 2006) y BRIME (Woodward, 1999).

La codificación de daños se realiza en base a un código numérico de 4 dígitos que representa un daño presente en la estructura. El listado de daños por material se observa en el Formato N° 09 del Anexo A 2, Codificación de Daños. Para calificar los elementos del puente se calificará cada elemento en una escala de 1 a 5 donde una mayor calificación corresponde a un mejor estado.

- **Procedimientos de inspección.**

Para la ejecución de la inspección se necesita un método planificado y estandarizado, con la finalidad de lograr un trabajo seguro, eficiente y completo. Para esto existen descripciones paso a paso de lo que se debe realizar, el equipamiento necesario y la secuencia en que se realizara el trabajo. Los procedimientos de inspección varían de acuerdo al Sistema de Gestión de Puentes SGPu, y al nivel de inspección que se realizara. El uso de procedimientos de inspección aumenta las posibilidades de obtener información homologable disminuyendo la influencia humana en este proceso. La inspección general describe la captura y registro de datos, este se encuentra en el Anexo A 2.

1.2.6. Protección Catódica por medio de Ánodos de Sacrificio Para Acero Expuesto.

1.2.6.1. Descripción.

El ánodo Galvashield XP consiste en una base del zinc rodeada por una matriz de cemento activa, con una dimensión de 2" de diámetro por 1 1/8" de alto, lo cual permite una fácil y rápida manera de instalarse en el acero de refuerzo. Una vez instalado el ánodo Galvashield XP, el centro de zinc reacciona e inicia su proceso de corrosión creando así una protección catódica en el acero de refuerzo circundante, es decir, que el centro de zinc del ánodo capta los electrones resultados del proceso de oxidación en el acero.

1.2.6.2. Ventajas y Beneficios.

- Proporciona la protección de corrosión localizada en estructuras de concreto reforzado.
- Eficaz en concreto "cloruro-contaminado" y "carbonatado".
- Extenso y económico servicio de vida en parches y reparaciones de concreto reforzado.
- Método del bajo costo de proporcionar protección de corrosión galvánica.
- La instalación es rápida y fácil.
- Reduce la necesidad de continuas remiendas y de reparaciones secundarias.
- La instalación del ánodo se puede realizar por los aplicadores localmente aprobados.

- Tecnología probada y apoyada por programa de las pruebas realizadas en centros de investigación en Estados Unidos.
- El funcionamiento del ánodo se supervisa fácilmente.

1.2.6.3. Aplicaciones.

Los ánodos Galvashield XP son convenientes para las reparaciones de mucha profundidad sobre el concreto, los reemplazos comunes, las reparaciones pre-tensadas y post-tensadas y los usos del interfaz entre el concreto "cloruro- contaminado" y concreto nuevo donde la corrosión acelerada puede ocurrir.

Los ánodos reducen la actividad de corrosión y el efecto "Ring Anode" comúnmente asociado con el concreto recuperado en los parches para la limpieza del óxido en el acero de refuerzo.

1.2.6.4. Vida de Servicio.

La vida de servicio del ánodo de Galvashield XP, es mayor de 10 años, y hasta 20 años de vida se pueden esperar bajo condiciones normales. La consumición prematura puede ocurrir, sobre todo en situaciones agresivas y/o cuando el número sea escaso de ánodos instalados.

1.2.6.5. Proceso de Instalación.

1. En reparaciones de zonas afectadas por el proceso de corrosión es, necesario que todo el concreto afectado sea removido alrededor y por detrás del acero de refuerzo. Creando una superficie

limpia entre el ánodo y el sustrato de concreto entre % " y %" mayor al tamaño de agregado del material para el uso de la reparación, en el caso que se use concreto en la recuperación de las sección afectada.

2. El acero expuesto en la zona por reparar debe ser limpiado hasta dejar el metal blanco para que facilite la conexión eléctrica entre los ánodos que sean instalados, antes de instalar los ánodos se debe de probar la continuidad entre los elementos que integren el armado del acero de refuerzo con un multímetro. Al probar la continuidad eléctrica del acero se debe de considerar una resistencia de no mayor a 5 ohm para que sea aceptable la colocación de los ánodos en la zona afectada, en caso de no tener una adecuada continuidad en el acero se debe agregar cualquier tipo de conductor eléctrico para así crear un circuito eléctrico cerrado en el acero.

3. Los ánodos son colocados en el acero de refuerzo y sujetos mediante los alambres incorporados en cada ánodo. Si el ánodo es colocado sobre una sola varilla o si es menor a una pulgada de espesor en la cubierta de concreto existente, se debe de colocar el ánodo por debajo de la varilla, para que este no sea dañado al momento de recuperar el concreto en la zona a reparar.

4. Si se tiene un recubrimiento suficiente de concreto en el acero de refuerzo el ánodo puede ser colocado en la intersección que exista entre dos varillas, para así tener una óptima continuidad en el armado del acero.

5. Una vez instalado el ánodo se debe de probar la continuidad eléctrica entre los alambres de amarre que posee el ánodo y a la varilla a la que haya sido sujetado, recordando que la resistencia debe de ser de 5 ohm o menor. El material de recuperación en la sección debe tener una resistencia eléctrica entre 15,000 ohm/cm. Productos modificados con polímeros o silica no son apropiados así como agentes epoxicos.

6. La reparación se completa recuperando el material que en este caso es el concreto que fue eliminado mediante los procesos comunes de resanes, teniendo cuidado de no dejar vacíos alrededor del ánodo.

El espaciamiento máximo permisible que debe de haber entre cada ánodo es de 30 pulgadas, y basándose en esta separación máxima se debe de formar una red de ánodos, comunicados entre sí por medio de la continuidad que se tenga con el acero de refuerzo.

Esta separación entre ánodos puede variar dependiendo el grado de corrosión en el acero de refuerzo que vaya a ser reparado, con una separación menor a 30 pulgadas entre los ánodos instalados se tienen una mayor concentración en cuanto a la protección catódica que se le está dando al acero de refuerzo, pero se tiene un mayor incremento en el costo de las reparaciones.

1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Deterioro Estructural: El deterioro de las estructuras de concreto se puede dividir en dos grupos dependiendo de si se presenta en el concreto o en el acero que conforman la estructura. En el concreto, los diferentes tipos de agrietamiento, el descascaramiento, el ataque químico, los huecos y los estallamientos son la causa principal de su deterioro. En el acero estructural, la corrosión es la causa más importante de la merma en sus propiedades y, consecuentemente, de las de la estructura.

Paso a desnivel: Estructura construida para cruzar una vía existente. Si el alineamiento de la nueva carretera cruza sobre la vía existente se denomina paso superior, de lo contrario se denomina paso inferior (Manual de Inspección de Puentes 2007).

Vado: Estructura conformada por más de cuatro celdas que no permite el paso permanente de vehículos, porque se diseña para un determinado caudal inferior al de avenida máxima y con una capacidad hidráulica limitada de la estructura, por ejemplo son funcionales en verano y con pequeñas crecidas en invierno (Manual de Inspección de Puentes 2007).

Claro vertical libre o gálibo: Es la altura libre existente entre el elemento más bajo de la superestructura y el fondo de lecho o rasante del camino o cota de riel, para el caso de que el puente se ubique sobre un camino o línea férrea (Manual de Inspección de Puentes 2007).

Dique: Barrera que se coloca para evitar la inundación en las márgenes del río. Su función principal en un puente es contener el avance de la erosión encauzando la corriente para alejarla de los bastiones (Manual de Inspección de Puentes 2007).

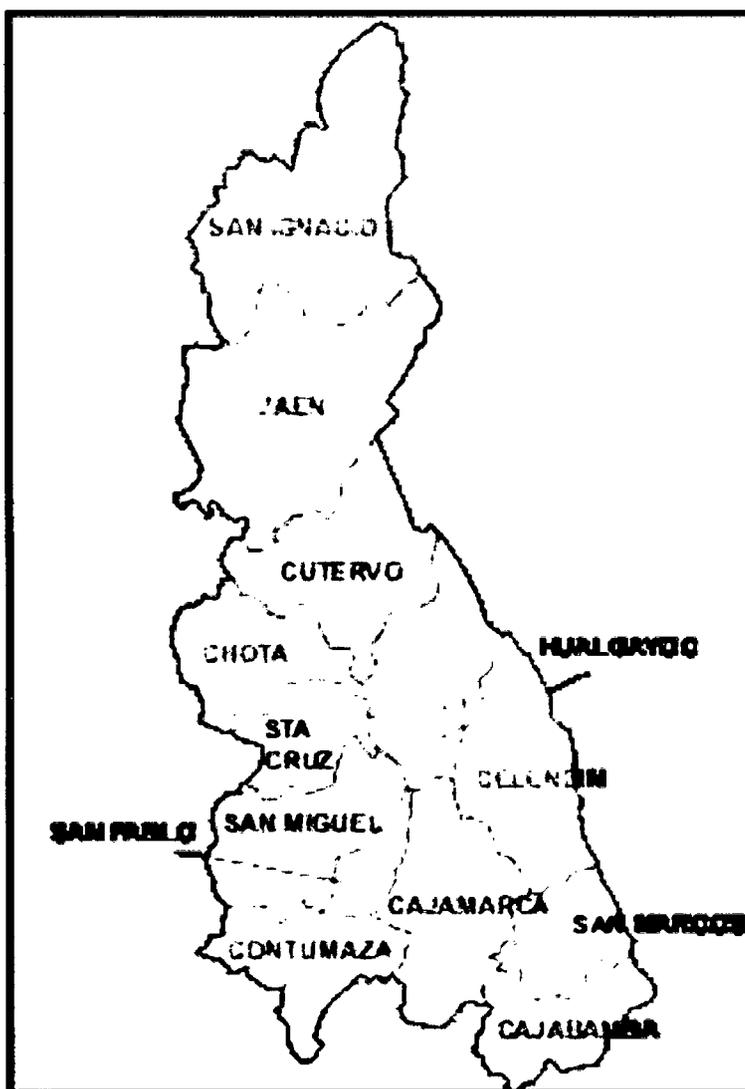
Losa de aproximación: Losa de acceso al puente construida en concreto reforzado. Funciona como parte de la superficie de rodamiento del acceso y se encuentra apoyada en una parte de la viga cabezal del bastión llamada ménsula. La losa de aproximación se utiliza para prevenir asentamientos en los rellenos de aproximación debido a la compactación generada por el peso de los vehículos a través del tiempo (Manual de Inspección de Puentes 2007).

Pedestal: Son columnas de corta altura construidos sobre la viga cabezal de un bastión y pila, en los cuales se apoyan los elementos principales de la superestructura. En ocasiones los pedestales son de altura variable para genera el bombeo de la losa (Manual de Inspección de Puentes 2007).

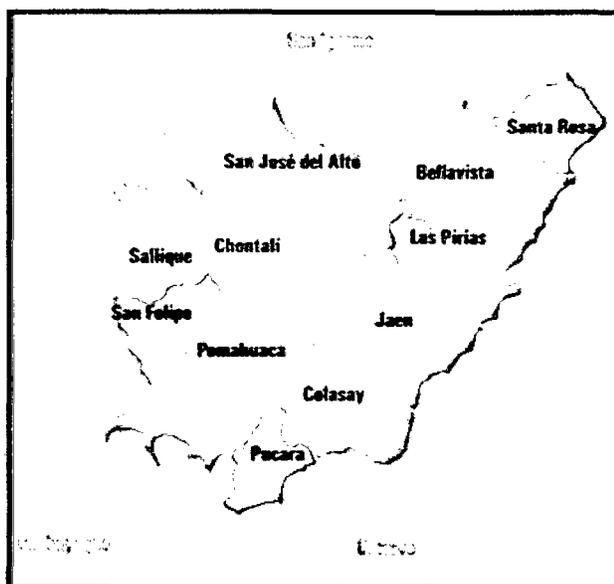
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. PLANO DE LOCALIZACION Y UBICACIÓN.

La investigación se desarrolló en el ámbito del departamento de Cajamarca.

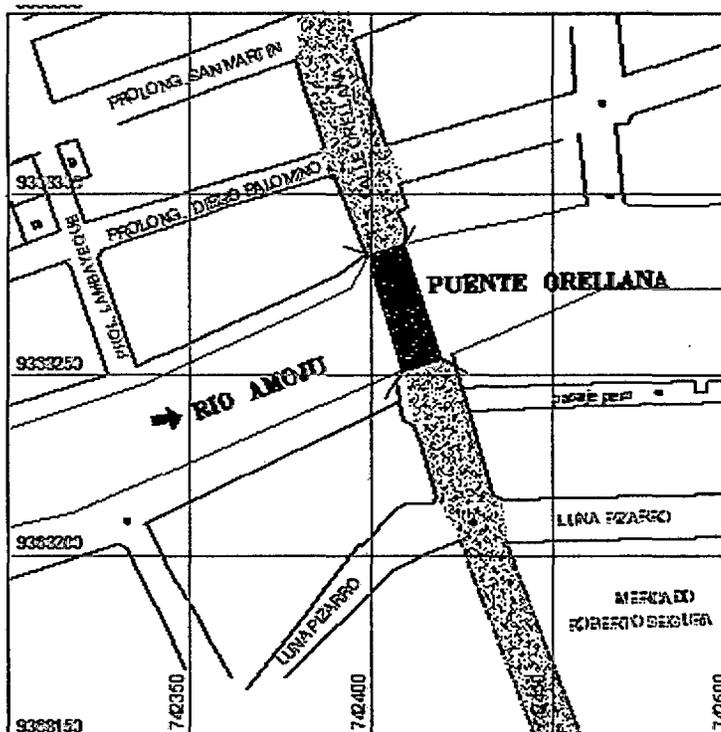


La investigación se desarrolló en el ámbito de la provincia de Jaén, distrito de Jaén.



La investigación se desarrolló en el ámbito de la Provincia de Jaén, Distrito de Jaén.

Coordenadas UTM WGS 84: E: 742409.34
N: 9368266.21



2.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES.

2.2.1. Variables

- Deterioro del puente Orellana
- Vida útil del puente

2.2.2. Operacionalización de las variables

TABLA 02.Operacionalización de las variables de la hipótesis

Variables	Definición conceptual	Definición operacional					
		Indicadores	Índice/Ítem				
			Severidad				
			sin severidad	baja	Media	Alta	crítico
Deterioro del puente Orellana	Los deterioros en puentes de concreto hidráulico se definen como ondulaciones, surcos, grietas, filtraciones de agua, acero expuesto entre otros de los cuales se presenta su definición operacional y los niveles de severidad encontrados la metodología de medición, causas y posibles reparaciones.	Ondulaciones	no se observan	a<2cm	2 - 4cm	>4cm	se detiene el trafico
		Surcos	no se observan	a<2cm	2 - 4cm	>4cm	el trafico esquiva los surcos
		Grietas	no se observan	a<20mm	5 - 10mm	grietas en red	grietas en red desprendimiento de concreto
		Grietas en una dirección	no se observan	El ancho de las grietas es menor a 0.2mm en intervalos de más de 1.0m	El ancho de las grietas es mayor a 0.2mm en intervalos de más de 1.0m	El ancho de las grietas es mayor a 0.2mm en intervalos entre 1.0 m y 0.5 m	El ancho de las grietas es mayor a 0.2mm en intervalos de menos de 0.5m
		Grietas en dos direcciones en la losa	no se observan	no aplica	El ancho de grieta es menor a 0.2 mm con intervalos mayores a 50cm	El ancho de grieta es mayor a 0.2 mm con intervalos menores a 50cm	El ancho de grieta es mayor a 0.2 mm y el concreto de esta descascarando.
		Baches	no se observan	a<5mm	20 - 50mm	>50mm	el trafico esquiva los baches
		Deformación baranda de acero	no se observan	a<5cm	5 - 10cm	10 - 20cm	>20cm
		Oxidación baranda de acero	no se observan	se observa comienzo	20%	50%	>50%
		Acero de refuerzo expuesto	Descascaramiento en la superficie del concreto	Se observan cáscaras a lo largo del refuerzo principal	El refuerzo está expuesto en pequeñas partes	Se observa el refuerzo principal expuesto y oxidado	Se observa el acero principal expuesto y con reducción de la sección.
		Filtraciones de agua	no hay filtración	Se observaron algunas	a<50%	>50%	>100%

				filtraciones			
		Faltante o deformación	no se observan	pequeña deformación	Algunas partes están deformadas	Algunas partes se han perdido	Los vehículos deben reducir la velocidad antes de pasar por la junta de expansión.
		Descascaramiento	no se observan	inicio	descascaramiento en algunas partes	considerable descascaramiento.	considerable descascaramiento y oxidación.
		Eflorescencia en la losa de concreto	no se observan	pequeñas manchas blancas	observó eflorescencia en menos de la mitad del área de losa	eflorescencia en más de la mitad del área de losa	estalactitas en muchos lugares causadas por el cloruro de calcio
		Agujeros en la losa de concreto	no se observan	Se observaron escamas en la superficie de concreto	pequeños agujeros a lo largo del refuerzo en la losa	agujeros con más de 1.0 m3 del área bajo la losa	evidencias de que el agujero se extiende a través la losa.
Vida útil del puente	Años que puede brindar un servicio aceptándose sus cambios que puede sufrir.	Menores a 5 años	Fase Inicial				
		De 5 a 10 años	Fase Intermedia				
		De 10 a 25 años	Fase Media				
		Mayores a 25 años	Fase Final				

2.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE DISEÑO

2.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

El propósito de investigación es aplicable de inmediato, el enfoque metodológico fue cuantitativo, según sus objetivos es descriptiva, el control de la evaluación fue visual por lo que es no experimental, según el tiempo de toma de datos es transversal y según la intervención disciplinaria es unidisciplinario.

La información con la cual se trabajó esta investigación se obtuvo directamente del puente de concreto armado "Puente Orellana", por lo que es una investigación primaria.

Para la investigación, se solicitó la autorización correspondiente a la Municipalidad Provincial de Jaén, para la realización de la evaluación visual de campo en el "Puente Orellana".

Equipos y/o Herramientas usadas durante la Evaluación

En la evaluación del "Puente Orellana", se emplearon algunos equipos y herramientas para las distintas partes de la estructura como son:

- Cascos
- Chalecos
- Botas, gafas
- Cepillo de alambre
- Binoculares
- Wincha de 50 m

Tipo de análisis

La unidad de análisis de la presente investigación es el "Puente Orellana" de la Ciudad de Jaén, en el cual se realizó la evaluación directamente.

2.3.2. DISEÑO DE LA EJECUCION DE LA INVESTIGACIÓN

Procedimiento de la evaluación.

Para la recopilación de la información en el Puente Orellana, se utilizaron los formatos que se adjuntan como Anexo A1; que sirvieron para la toma de datos durante la evaluación de campo, así como en los procedimientos de calificación de componentes del puente.

En el Anexo A2, Formato N° 06, se muestra los detalles gráficos de elementos a inspeccionarse.

Se siguió los siguientes pasos para la evaluación de la estructura:

Acciones previas a los trabajos de campo:

Se solicitó la documentación predecesora a la presente investigación en la Municipalidad a fin de conocer si existieron evaluaciones anteriores, no se encontró ninguna información previa relacionada.

Acciones en el campo propiamente dichas:

- Se verifico la ubicación y el nombre del puente para su evaluación.
- Se apersono al puente con las herramientas y equipos a utilizar durante la evaluación.
- Se inició la evaluación tomando una foto de identificación del puente.
- Se procedió a tomar una foto del acceso del puente.
- Se procedió a la evaluación visual de la condición de cada uno de los componentes del Puente Orellana:

- Estribos
- Pilares
- Alas
- Tablero
- Losa
- Vigas
- Vigas diafragma
- Juntas de expansión
- Aceras
- Barandas

- Se realizó la toma de una fotografía en la que se puede apreciar la subestructura y la superestructura.
- Al final se calificó la condición del puente Orellana en general, y se aseguró que todas las partes visibles del puente fueron

inspeccionadas y que la documentación del levantamiento de información se encontrara completa y correctamente formulada.

Tabla 03. Fuentes, técnicas e instrumentos para la recolección de los datos de cada variable.

Variables	Recolección de datos		
	Fuente de los datos	Técnica	Instrumento
Deterioro del Puente de Concreto.	Puente Orellana.	Observación Directa.	Formato de Inspección Visual.
Vida Útil del Puente de concreto.	GEDUR - Municipalidad de la Ciudad de Jaén.	Análisis documental.	Fichas Informativas.

Fuente:ELABORACION PROPIA

Forma de tratamientos de los datos

Se realizó el cálculo estadístico empleando el Software Microsoft Excel, donde se vertieron los datos obtenidos de inspección de campo en las fichas resumen de inspección General, con la finalidad de determinar el Índice de Condición del Puente ICP.

Los resultados se presentan en el Formato N°7 "Resumen de Inspección General", en el cual se calculara el ICP.

Obtenido el ICP, se puede tener conclusiones confiables respecto al nivel de deterioro estructural en "Puente Orellana".

Cálculo del Índice de Condición del Puente (ICP)

El ICP es un indicador cuantitativo del estado estructural del puente en un momento determinado, es análogo al Grado de Daño, pero con mayor información. El ICP servirá como indicador para el mantenimiento.

Para el cálculo del ICP, cada elemento recibirá una calificación en términos de cinco condiciones del estado actual, siendo la de mayor valor la más favorable en términos de condiciones.

Tabla 04. Condición de los Elementos de un Puente

Condición del Elemento	Descripción
1 Peligroso	Deterioro avanzado y pérdida de sección efectiva. No se puede asegurar la integridad de la estructura, existe riesgo de colapso del elemento.
2 Malo	El elemento tiene un nivel avanzado de deterioro. Presenta un riesgo real para la estructura y los usuarios. Según el material: <ul style="list-style-type: none"> • Acero: grietas de fatiga y pérdida importante de sección. • Hormigón: agrietamiento severo o pérdida de recubrimiento de armadura. • Madera: rajaduras, aplastamiento o degradación importante. • Albañilería: agrietamiento severo, pérdida de alineamiento.
3 Regular	Los deterioros presentes pueden estar afectando la capacidad del elemento y la serviciabilidad que entrega. Comienza a existir riesgo para los usuarios. Según el material: <ul style="list-style-type: none"> • Acero: corrosión general, grietas de fatiga sin afectar zonas críticas. • Hormigón: agrietamiento general, pérdida de recubrimiento o delaminación moderada. Defectos superficiales. <ul style="list-style-type: none"> • Albañilería: Grietas generales.
4 Bueno	El elemento presenta deterioros menores. Defectos superficiales no involucran pérdida de sección y una pérdida mínima de resistencia. No afectan la serviciabilidad. Según el material: <ul style="list-style-type: none"> • Acero: corrosión menor sin pérdida de sección. • Hormigón: grietas no estructurales. Otros defectos aislados • Madera: rajaduras aisladas. • Albañilería: agrietamiento menor.
5 Como nuevo	El elemento presenta poco o ningún deterioro. Grietas superficiales o defectos superficiales que no afecten la resistencia y serviciabilidad del elemento.

Fuente:(Valenzuela, 2008).

De acuerdo a la evaluación realizada se concluyó que: para poder realizar el cálculo del ICP del Puente Orellana, consideramos tanto los elementos que

aportan capacidad estructural así como los que afectan sólo la serviciabilidad y seguridad, ponderando la importancia de cada uno ellos para el puente, enfatizando en los que presentan mayor peligro.

El procedimiento seguido para determinar el ICP se detalla de la siguiente manera:

- a.) Se determinó el Índice de Condición del Elemento (ICE) para cada elemento del Puente Orellana, empleamos para esta actividad el Anexo A2 – Formato N° 06.
- b.) El ICP del puente se calculó ponderando los índices de cada elemento (ICE), según su importancia en la estabilidad y seguridad de la estructura. Para esto se adaptará la metodología propuesta por Valenzuela (Valenzuela, 2008).

Se utilizaron los pesos ponderados de cada elemento que se encuentran en la codificación de elementos del Anexo A – Formato N° 07.

- c.) Cada peso ponderado de los elementos se multiplico por el factor de peso por material del elemento. El factor refleja la vulnerabilidad del material y el tipo de falla que puede presentar el elemento de este material. Los factores por material se observan en la siguiente tabla:

Tabla 05. Factor de peso por material del elemento

Tabla de factores por material	
Material	Factor
Hormigón pre o pos tensionado	1
Hormigón armado tradicional	2
Acero	3
Madera	4
Otro	1.5

Fuente: (Valenzuela, 2008).

d.) Se determina el ICP del "Puente Orellana", empleando la ecuación (EC. 01):

$$ICP = \frac{\sum_{i=1}^n ICE_i * W_i * m_i}{\sum_{i=1}^n W_i * m_i}$$

..... EC. 01

Dónde:

ICE: Índice de Condición del Elemento.

Wi: Peso ponderado del elemento dentro de la estructura.

Mi: Factor por el material del elemento

El ICP refleja el estado de deterioro de la estructura de acuerdo a la escala de la Tabla 06 y puede variar desde peligroso a como nuevo, siendo uno de los principales factores de decisión para la conservación y mantenimiento del puente.

Tabla 06. Escala de ICP del puente

Condición del Elemento		Descripción
1	Peligroso	Estructura y obras complementarias en mal estado, tomar medidas de reparación con urgencia. Riesgo para los usuarios.
2	Malo	Estructura y obras complementarias deficientes. Se debe aplicar medidas a la brevedad para evitar aumento del riesgo.
3	regular	Estructura y obras complementarias en regular estado, se deben tomar medidas de mantenimiento.
4	Bueno	Estructura y obras complementarias en buen estado. Requiere mantenimiento menor.
5	Como nuevo	Estructura y obras complementarias como nuevo No requiere acción alguna excepto conservación rutinaria.

Fuente:(Valenzuela, 2008).

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

RESULTADOS

Los resultados de la investigación determinaron fehacientemente el Índice de Condición del Puente Orellana (ICP), el mismo que detallara de forma precisa y concreta el estado actual del "Puente Orellana", ante lo cual se darán las recomendaciones de conservación y mantenimiento necesarias para detener el deterioro estructural.

Al finalizar la investigación se determinó el deterioro estructural debido a la presencia de daños en elementos de la subestructura y estructura, tal es el caso que se evidencio en:

- **2401, La losa;** Agrietamiento en las dos direcciones, baches y Ahuellamiento así como un gran desgaste mecánico debido al tráfico.
- **2404, Viga principal;** Abrasión o delaminación del concreto al igual que eflorescencia, puente angosto.
- **2405, Travesaño;** Agrietamiento en una dirección.
- **2441, Muro frontal del estribo;** Pérdida de apoyo o fijación del neopreno.
- **2442, Muro ala de estribo;** Desconche, delaminación, deterioro de elementos del concreto.
- **2445, Pilar;** Socavación, erosión, delaminación.

- **2448, Fundación;** Defectos en el recubrimiento, socavación, erosión.
- **2472, Baranda mixta;** Deterioro de elementos de concreto, deformaciones, corrosión de elementos de acero, daño mecánico por impactos, falta de señalización.
- **2475, Veredas;** Grietas, baches, Ahuellamiento, elementos faltantes, camino angosto.
- **2490, Sello de juntas de pavimento;** Falta de sello, deterioro de sellos y membranas, obstrucción de juntas.

El procesamiento de los datos para determinar los Índice de Condición del Elemento (ICE), se aprecian en el Formato N° 06 del Anexo A 2.

Luego de obtener todos los Índices de Condición del Elemento (ICE) del Puente Orellana, se procedió a obtener los ponderados de los Elementos, los mismos que son estipulados en tabla 07.

Tabla 07. Codificación de elementos del Puente Viga “Puente Orellana”

CODIGO	NOMBRE DE ELEMENTO	PONDERACION
2401	Losa	2
2404	Viga principal	4
2405	Travesaño – Viga diafragma	3
2441	Muro frontal de estribo	3
2442	Muro ala de estribo	3
2445	Pilar	4
2448	Fundación	3
2472	Baranda mixta	1
2475	Pasillo - Vereda	1
2490	Sellado de juntas de pavimento	2

Fuente:(Valenzuela, 2008).

Los pesos ponderados de los elementos del Puente Orellana, se multiplicaron por el factor de peso por material del elemento como se estipulo en la Tabla 04.

$$\text{Peso Ponderado Final} = W_i * M_i$$

DONDE:

W_i : Peso ponderado del elemento dentro de la estructura.

M_i : Factor por el material del elemento

Tabla 08. Peso ponderado final

COD.	NOMBRE DE ELEMENTO	POND. (W_i)	MATERIAL	FACTOR (M_i)	PESO POND.
2401	Losa	2	Hormigón	2	4
2404	Viga principal	4	Hormigón	2	8
2405	Travesaño – Viga diafragma	3	Hormigón	2	6
2441	Muro frontal de estribo	3	Hormigón	2	6
2442	Muro ala de estribo	3	Hormigón	2	6
2445	Pilar	4	Hormigón	2	8
2448	Fundación	3	Hormigón	2	6
2472	Baranda mixta	1	Hormigón	2	2
2475	Pasillo - Vereda	1	Hormigón	2	2
2490	Sellado de juntas de pavimento	2	Otros	1.5	3

Fuente:(Valenzuela, 2008).

El conglomerado de los Índice de Condición del Elemento (ICE) y los Pesos Ponderados finales, son detallados en el Formato N° 07, Anexo A 2.

FORMATO N° 07: RESUMEN DE INSPECCIÓN GENERAL

Puente: PUENTE ORELLANA		Resumen Elementos Puente			FECHA: 27/02/2013
Código elemento	Cantidad fallas	Ponderación final (Wi*Mi)	Nota cada elemento (ICE)	ICE tipo	
2401	5	4	02 03 04 03 02	02	
2404	1	8	04	04	
2405	1	6	04	04	
2441	2	6	04 03	03	
2442	2	6	03 04	03	
2445	1	8	04	04	
2448	2	6	04 03	03	
2472	5	2	03 04 03 03 02	02	
2475	6	2	05 02 04 03 03 04	02	
2490	3	3	02 02 01	01	

Por último se realizó el cálculo del Índice de Condición del Puente (ICP), el mismo que se obtiene con el Índice de Condición de Elemento (ICE) de la inspección visual rutinaria, e inspección general, y los factores obtenidos en gabinete, el peso ponderado del elemento dentro de la estructura y el factor por el material del elemento.

$$ICP = \frac{\sum_{i=1}^n ICE_i * w_i * m_i}{\sum_{i=1}^n w_i * m_i}$$

ICP ESTRUCTURA

Se realiza el cálculo empleando todos los Índice de Condición de Elemento (ICE).

Peso Ponderado Final = Wi * Mi

DONDE:

PF: Ponderación Final (Formato N° 07)

Wi: Peso ponderado del elemento dentro de la estructura.

Mi: Factor por el material del elemento

$$ICP = \frac{(2 * 4) + (4 * 8) + (4 * 6) + (3 * 6) + (3 * 6) + (4 * 8) + (3 * 6) + (2 * 2) + (2 * 2) + (1 * 3)}{(4 + 8 + 6 + 6 + 6 + 8 + 6 + 2 + 2 + 3)}$$

$$ICP = \frac{161}{51}$$

$$ICP = 3.16$$

ICP SUPERESTRUCTURA

Se realiza el cálculo empleando los Índice de Condición de Elemento (ICE).

2401, 2404, 2405.

$$\text{Peso Ponderado Final} = W_i * M_i$$

DONDE:

PF: Ponderación Final (Formato N° 07)

Wi: Peso ponderado del elemento dentro de la estructura.

Mi: Factor por el material del elemento

$$ICP = \frac{(2 * 4) + (4 * 8) + (4 * 6)}{(4 + 8 + 6)}$$

$$ICP = \frac{64}{18}$$

$$ICP = 3.56$$

ICP SUBESTRUCTURA

Se realiza el cálculo empleando los Índice de Condición de Elemento (ICE).

2441, 2442, 2445, 2448.

$$\text{Peso Ponderado Final} = W_i * M_i$$

DONDE:

PF: Ponderación Final (Formato N° 07)

Wi: Peso ponderado del elemento dentro de la estructura.

Mi: Factor por el material del elemento.

$$ICP = \frac{(3 * 6) + (3 * 6) + (4 * 8) + (3 * 6)}{(6 + 6 + 8 + 6)}$$

$$ICP = \frac{86}{26}$$

$$ICP = 3.31$$

DISCUSIONES:

De los resultados obtenidos en la presente investigación se puede mencionar que las condiciones del puente son regulares, tanto en la superestructura como en la subestructura.

La evaluación realizada del Estado del Hormigón de 7 puentes ubicados en el bajo San José, relacionó el deterioro producido en el puente con la circulación de agua proveniente de los drenajes esto debido a la delaminación del recubrimiento (SAM/CONAMET 2007); en la presente investigación no se apreció alto grado de deterioro a causa de los drenajes, pero si debido a la delaminación de recubrimientos, aceros principales expuestos, fisuras tanto en la loza, como en las barandas, esto debido a que no hay un mantenimiento rutinario en la estructura del puente.

La investigación de Valenzuela Díaz (2008), se centró en la inspección visual de un Puente de concreto hasta obtener el Índice Combinado del Puente (IP), mientras que esta investigación se centró empleando la misma metodología de inspección visual, hasta obtener únicamente el Índice de condición del Puente (ICP), este índice se obtuvo previamente calculando el índice de condición del elemento (ICE); ambas investigaciones consideramos que lo más prudente es realizar este tipo de evaluaciones periódicamente y tener de esta manera un plan de mitigación idóneo ante los deterioros que se presentan en las estructuras.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACION

CONCLUSIONES

1. El nivel de deterioro estructural del Puente de Concreto "Puente Orellana" se determinó mediante el cálculo de los ICE por cada elemento, con los cuales se obtuvo el Índice de Condición de la Estructura, el mismo que determino el estado actual del Puente como, **ESTADO REGULAR** con un ICP=3.16.
2. El deterioro presente en el puente de concreto "Puente Orellana", que viene afectando la capacidad y la serviciabilidad del elemento está constituido por los daños:
 - Acero: corrosión genera, grietas de fatiga sin afectar zonas críticas, falta de juntas.
 - Hormigón: agrietamiento general, pérdida de recubrimiento o delaminación moderada tanto en losa como en vigas.
3. El nivel de deterioro de la superestructura "Puente Orellana" se determinó mediante el cálculo de los ICE por cada elemento, con los cuales se obtuvo el Índice de Condición de la superestructura, el mismo que determino el

estado actual como, **ESTADO REGULAR** con un ICP=3.16; la superestructura comprende las vigas principales y el tablero.

4. El nivel de deterioro de la subestructura "Puente Orellana" se determinó mediante el cálculo de los ICE por cada elemento, con los cuales se obtuvo el Índice de Condición de la subestructura, el mismo que determinó el estado actual como, **ESTADO REGULAR** con un ICP=3.31; la subestructura comprende los estribos y pilares así como las cimentaciones.

RECOMENDACIONES:

Se recomienda respecto a los daños visualizados en la estructura del puente:

Agrietamientos, baches y Ahuellamiento, delaminación del concreto, falta de juntas, realizar un mantenimiento rutinario constante de limpieza y sellado de grietas para no incrementar el deterioro de la estructura del puente.

Corrosión de elementos de acero por lo que se recomienda realizar una "Protección Catódica por medio de Ánodos de Sacrificio", para acero expuesto, (Tebar Lattuf. 2004),

CAPÍTULO V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Carrión Viramontes, Francisco Javier, y colaboradores (1999), Publicación Técnica No. 122, Estudios de corrosión en puentes de concreto, Sanfandila,

Congreso SAM/CONAMET 2007. Evaluación del estado del hormigón de 7 puentes ubicados en el bajo San José, sobre la ruta provincial nº 51 (EN LINEA) Buenos Aires. Consultado 22 ene 2013. Disponible en [http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/CONAMET-SAM2007/sam%20conamet%2007/pdf/T%C3%B3pico%2009%20-%20Cer%C3%A1micos/09-04%20PrianoC%20\(O\).pdf](http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/CONAMET-SAM2007/sam%20conamet%2007/pdf/T%C3%B3pico%2009%20-%20Cer%C3%A1micos/09-04%20PrianoC%20(O).pdf).

DICTUC (2006). Evaluación Estructural del Riesgo en Puentes de Importancia Nacional y Regional. Informe Final. Santiago. Chile.

Echaveguren, T. Cifuentes, O. y Echaveguren, E. (2000). *Gestión del Mantenimiento de Puentes. Una Revisión Conceptual*. VI Congreso PROVIAL 2000. pp 243 - 258. La Serena, Chile. Elzarka, H. Bell.

Elzarka, H. Bell, L. Floyd, R. (1999). *Automated Data Acquisition for Bridge Inspection*. Journal of Bridge Engineering, Vol. N°4, November 1999. Estados Unidos.

Haque, M. (1997). *Uniform Bridge Element Identification System for Database Management for Roadway Bridges*. Journal of Bridge Engineering, Vol. 2, N°4, Noviembre 1997. Estados Unidos.

Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. 2006. Metodología de la investigación. McGraw-Hill. Impreso por Panamericana Formas e Impresos S.A., Colombia. 504 p.

Martínez Jáenz, Pedro M. y colaboradores, "Diseño de Puentes con la Norma AASHTO LRFD 2005", (en línea). Consultado 16 de enero 2013. Disponible en <http://sdt nexus.com/mscestructurales.com/descargas/MONOGRAFIA%20puentes%20AASHTO%20LRFD-2007.%20Ing.%20SALVADOR%20Y%20PEDRO.pdf>

Japan International Cooperation Agency JICA (1996). *Guía de Inspección para Mantenimiento de Puentes*. Proyecto de Rehabilitación y Conservación de Puentes en la República de Chile. Santiago, Chile.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Dirección General de Caminos y Ferrocarriles "Guía para inspección de Puentes": Introducción, Antecedentes. (En línea) Lima, PE. Consultado 15 ene. 2013. Disponible en http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/Directivas/1P%20Directiva%20001-2006/GUIA%20PARA%20INSPECCION%20DE%20PUENTES.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual para el mantenimiento de la red vial Secundaria (pavimentada y en afirmado); Diagnóstico del estado del puente (en línea). Lima, PE. Consultado 14 ene. 2013. Disponible en <http://pvr.mintransporte.gov.co:8080/PLANVIAL/images/stories/documentos/puentes1b1>

Mosqueira R, H. R., y Mosqueira R, J. E. (2007), Informe de la evaluación de puentes de la red vial cajamarca - jaen, Cajamarca, Perú.

Tadeu Mascia, N. Lenz Sartori, A Identificación y análisis de patologías en puentes de carreteras 2011 urbanas y rurales, (en línea). (UNICAMP); Campinas-SP. BRAZIL. Consultado 16 de enero 2013. Disponible en <http://www.scielo.cl/pdf/ric/v26n1/art01.pdf>

Tonias, D.E. (1995). *Bridge Engineering*. Ed. Mc-Graw Hill. Estados Unidos.

Tebar Lattuf, Omar. (2004). Proceso de corrosión y métodos de protección utilizados en la rehabilitación del puente la unidad ubicado en CD. Del Carmen, Campeche, Tesis para optar al Título de Ingeniero Constructor. Instituto tecnológico de la construcción A.C. México

Valenzuela D, S.A (2008). Metodología de gestión de puentes a nivel de red basada en inspección visual, Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil con diploma en Ingeniería y Gestión de la Construcción, y al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.

Woodward, R. (1999). *Bridge Management in Europe. Deliverable 2 Review of Practices for Assessing the Condition of Bridges and Classification of Defects*. Inglaterra.

ANEXO A. DOCUMENTOS PARA LA INSPECCIÓN DE PUENTES

A. 1

FORMATOS DE INSPECCIÓN RUTINARIA

Fuente: *(Valenzuela, 2008)*.

FORMATO N° 01: INVENTARIO BASICO DE PUENTES

DESCRIPCION													
NOMBRE DEL PUENTE	LOCALIDAD	DEPARTAMENTO			ADMINISTRADO			FECHA DE		DIA	MES	AÑO	
		PROVINCIA			LATIT. NORTE			DISEÑO					
CLASIFICACION		DISTRITO			LONG. ESTE			CONSTRUCCION					
ELEMENTOS BASICOS				DIMENSIONES							UBICACION		
DIRECCION DE LA VIA		ANCHO TOTAL			CALZADA								
TIPO DE ESTRUCTURA		ITEMS	1	2	3	4	5	6				7	
CARGA VIVA		W (m)											
LONGITUD TOTAL		H (m)											
ESPECIFICACION													
N° DE SUPERESTRUCTURA													
N° DE TRAMOS													
N° DE SUBESTRUCTURA													
LONG. DE DESVIO													
FECHA DE ULTIMA PINTURA		DIA	MES	AÑO									
SERVICIOS PUBLICOS	1		3		CLARO LIBRE								
	2		4		ALTURA LIBRE VERTICAL		SUPERIOR		W. APROX				
CRUZA SOBRE	1												
	2	ANTECEDENTES DE INSPECCION											
PAVIMENTO	TIPO		DIA	MES	AÑO	INSPECTOR	TIPO DE INVESTIGACION						
	ESPESOR	ORIGINAL											
		SOBRECAPA											
CONTEO DE TRAFICO	AÑO	ANTECEDENTES DE REHABILITACION											
	TOTAL DE VEHICULOS	DIA	MES	AÑO	ELEMENTOS	CONTRAMEDIDAS							
	% DE VEH. PESADOS												
RESTRICCIONES	POR CARGA												
	POR ALTURA												
	POR ANCHO												
												OBSERVACIONES:	

FORMATO N° 02: DETALLE DE SUPER ESTRUCTURA

DESCRIPCION:											
NOMBRE DEL PUENTE	LOCALIDAD	DEPARTAMENTO		ADMINISTRADO		FECHA DE		DIA	MES	AÑO	
		PROVINCIA	LATIT. NORTE	DISEÑO							
		DISTRITO	LONG. ESTE	CONSTRUCCION							
N° DE SUPER ESTRUCTURA	N° DE TRAMOS	ALINEACION DE PLANTA	VIGAS PRINCIPALES DE LA SUPER ESTRUCTURA								
			MATERIALES	SUPER ESTRUCTURA	TIPOS	LONG. TOTAL	TRAMO MAXIMO	N° VIGAS	ALTURA		
N° DE SUPER ESTRUCTURA	TIPO DE JUNTA DE EXPANSION		LOZA		CARACTERISTICAS DE PINTURA						
	UBICACIÓN INICIAL	UBICACIÓN FINAL	MATERIALES	ESPESOR	TIPO DE PINTURA	AREA PINTADA	FECHA DE ULTIMA PINTURA			EMPRESA ENCARGADA	
							DIA	MES	AÑO		

FORMATO N° 03: DETALLE DE SUB ESTRUCTURA

DESCRIPCION:													
NOMBRE DEL PUENTE	LOCALIDAD	DEPARTAMENTO		ADMINISTRADO		MUN. PROV. DE JAÉN		FECHA DE		DIA	MES	AÑO	
		PROVINCIA		LATITUD NORTE				DISEÑO					
		DISTRITO		LONGITUD ESTE				CONSTRUCCION					
BASTION - PILA				PILA			FUNDACION			APOYO			
N° DE	MATERIALES	TIPO	ALTURA	FORMA	DIMENSIONES		TIPO	DIMENSIONES		TIPO DE PILOTES	TIPO		ANCHO DE ASIENTO
					ANCHO	LARGO		ANCHO	LARGO		INICIAL	FINAL	

FORMATO N° 04: FICHA DE CALIFICACIÓN INSPECCIÓN RUTINARIA.

Ficha de Inspección Rutinaria		27/02/2013				
DATOS DE LA ESTRUCTURA						
Nombre:						
Ubicación:						
Longitud:						
Tipo de Puente:						
ESCALA DE EVALUACION						
El grado de daño debe ser evaluado de acuerdo a la siguiente tabla.						
1	Muy Peligroso					
2	Peligroso					
3	Regular, no funciona como fue diseñado.					
4	Bueno					
5	Muy bueno o como nuevo					
ELEMENTOS DE LA EVALUACION						
La siguiente evaluación consta de dos partes.						
1. evaluación del entorno del puente						
2. evaluación de los deterioros de las partes del puente						
ENTORNO DEL PUENTE	1	2	3	4	5	
1. Flujo aguas debajo de la Estructura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. Socavación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. Canal, taludes, obras complementarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
GRADO DE DAÑO POR GRUPO DE ELEMENTOS	1	2	3	4	5	
1. Subestructura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. Superestructura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. Elementos complementarios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
GRADO DE DAÑO DEL PUENTE	1	2	3	4	5	
Grado de Daño de Puente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

A. 2

FORMATOS DE INSPECCIÓN GENERAL

Fuente: *(Valenzuela, 2008)*.

FORMATO N° 06: FICHA DE INSPECCIÓN GENERAL

Ficha de Inspección Periódica		27/02/2013										
DATOS DE LA ESTRUCTURA												
Nombre:												
Fecha												
EVALUACION DE ELEMENTOS												
Elemento: Fotografías:	Elemento: Fotografías:											
Deterioros	Deterioros											
Código Descripción	Código Descripción											
_____	_____											
_____	_____											
_____	_____											
Índice de Condición del elemento (ICE)	Índice de Condición del elemento (ICE)											
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5								
1	2	3	4	5								
Elemento: Fotografías:	Elemento: Fotografías:											
Deterioros	Deterioros											
Código Descripción	Código Descripción											
_____	_____											
_____	_____											
_____	_____											
Índice de Condición del elemento (ICE)	Índice de Condición del elemento (ICE) ...											
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5								
1	2	3	4	5								
Elemento: Fotografías:	Elemento: Fotografías:											
Deterioros	Deterioros											
Código Descripción	Código Descripción											
_____	_____											
_____	_____											
_____	_____											
Índice de Condición del elemento (ICE)	Índice de Condición del elemento (ICE)											
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> </tr> </table>		1	2	3	4	5
1	2	3	4	5								
1	2	3	4	5								

FORMATO N° 08: ELEMENTOS DE PUENTES DE VIGAS.

Puente:		Codificación de Elementos		FECHA: 27/02/2013	
Código	Nombre del elemento	Pond	Código	Nombre del elemento	Pond
2401	Losa	2	2470	Baranda liviana	1
2402	Losa de acceso	1	2471	Baranda anti impacto	1
2403	Carpeta de rodadura	2	2472	Baranda mixta	1
2404	Viga principal	4	2473	Cantonera	2
2405	Travesaño	3	2474	Barbacana	2
2406	Conector de corte	3	2475	Pasillo	1
2407	Barra antisísmica	3	2476	Defensa caminera	1
2408	Placa de repartición	2	2477	Iluminación	1
2409	Placa de apoyo	2	2478	Señalización vertical	1
2410	Tablón de resistencia	4	2479	Demarcación	1
			2480	Cuneta	1
			2481	Tubo de protección de cable	1
2440	Muro de respaldo de estribo	3	2482	Sello de tubo de protección	1
2441	Muro frontal de estribo	3	2483	Cauce	1
2442	Muro ala de estribo	3	2484	Espigón	1
2443	Mesa de apoyo de estribo	4	2485	Resalto hidráulico enrocado	2
2444	Pilote	4	2486	Resalto hidráulico con gavión	2
2445	Pilar	4	2487	Defensa con enrocado	2
2446	Tapa de pilar	4	2488	Defensa con gavión	2
2447	Diagonales o crucetas de pilares	4	2489	Defensa con mampostería	1
2448	Fundación	3	2490	Sello de juntas de pavimento	2
2449	Muro de cepa	1			
2450	Sabana de gavión	2			
2451	Terraplén de acceso	2			
2452	Tornapunta	3			
2453	Sopana	2			
2454	Apoyo tornapunta	4			
2455	Cabezal	1			
2456	Muerto	2			

FORMATO N° 09: CODIFICACIÓN DE DAÑOS

Código	Elemento	Deterioros
1001	Hormigón	Hormigón poroso
1002	Hormigón	Abrasión o delaminación
1003	Hormigón	Grietas
1004	Hormigón	Defectos en el recubrimiento
1005	Hormigón	Corrosión de barras de acero
1006	Hormigón	Corrosión de refuerzo pre o postensado
1007	Hormigón	Corrosión de los ductos para tendones postensados
1008	Hormigón	Corrosión de anclajes de cables pretensados
1009	Hormigón	Ductos sin grouting de relleno
1010	Hormigón	Fisuras en una dirección
1011	Hormigón	Fisuras en red
1012	Hormigón	Desconche
1013	Hormigón	Nido de piedras
1014	Hormigón	Eflorescencia
1015	Hormigón	Delaminación
1016	Hormigón	Fragmentación
1017	Hormigón	Armadura al aire
1101	Acero	Corrosión y/u oxidación
1102	Acero	Rotura de uniones
1103	Acero	Fisuras en soldadura
1104	Acero	Pérdida de fijaciones
1105	Acero	Faltan elementos
1106	Acero	Pérdida de geometría
1107	Acero	Deformaciones locales
1108	Acero	Grietas
1109	Acero	Alabeo
1110	Acero	Erosión o abrasión
1201	Madera	Aplastamiento
1202	Madera	Rajadura
1203	Madera	Desgaste mecánico
1204	Madera	Nudo
1205	Madera	Debilitamiento de unión
1206	Madera	Pérdida de fijación
1207	Madera	Degradación
1208	Madera	Deformaciones excesivas
1209	Madera	Pudrición
1210	Madera	Ataque de insectos
1301	Albañilería	Eflorescencia
1301	Albañilería	Agrietamiento
1301	Albañilería	Asentamientos diferenciales

Código	Elemento	Deterioros
1301	Albañilería	Desaplomo muros o columnas
2001	Pavimentos	Grietas
2002	Pavimentos	Baches
2003	Pavimentos	Ahuellamiento
2004	Pavimentos	Escalonamiento
2005	Pavimentos	Daño en membranas impermeables
2006	Pavimentos	Desgaste mecánico pavimento asfáltico
2007	Pavimentos	Desgaste sello de junta
2008	Pavimentos	Pérdida de áridos pavimento
2009	Pavimentos	Calamina
2010	Pavimentos	Desgaste mecánico por tráfico
2011	Pavimentos	Alabeo de losas
2101	Apoyos	Deformación excesiva (desplazamiento, rotación)
2102	Apoyos	Deterioro en el hormigón o elementos elastoméricos
2103	Apoyos	Corrosión de capas protectoras en elementos metálicos
2104	Apoyos	Daño mecánico en conectores
2105	Apoyos	Defectos de construcción
2106	Apoyos	Agrietamiento del neopreno
2107	Apoyos	Pérdida de apoyo o fijación en neopreno
2201	Barreras de seguridad	Deterioro de elementos de concreto
2202	Barreras de seguridad	Deformaciones
2203	Barreras de seguridad	Corrosión de elementos de acero
2204	Barreras de seguridad	Daño mecánico por impactos
2205	Barreras de seguridad	Falta de señalización
2206	Barreras de seguridad	Falta de pintura
2301	Juntas de expansión	Corrosión o deterioro de las capas protectoras
2302	Juntas de expansión	Daño mecánico en conectores
2303	Juntas de expansión	Defectos de construcción (falta de conectores, etc)
2304	Juntas de expansión	Deterioro de sellos y membranas.
2305	Juntas de expansión	Deterioro por grietas
2306	Juntas de expansión	Falta de sello
2307	Juntas de expansión	Obstrucción de juntas
2401	Sistema de drenaje	Daño mecánico
2402	Sistema de drenaje	Corrosión de tuberías
2403	Sistema de drenaje	Acumulación de basura, suciedad o escombros
2501	Aceras	Daños superficiales
2502	Aceras	Deformación excesiva
2503	Aceras	Elementos faltantes
3001	Elementos de protección	Corrosión
3002	Elementos de protección	Deterioro de la pintura protectora
3003	Elementos de protección	Deterioro de elementos de hormigón

Código	Elemento	Deterioros
3005	Elementos de protección	Elementos faltantes
3006	Elementos de protección	Derrumbe de talud
3007	Elementos de protección	Asentamiento
3008	Elementos de protección	Volcamiento de gavión
4001	Daños varios	Movimientos laterales subestructura
4002	Daños varios	Rotación pilas
4003	Daños varios	Asentamiento diferencial
4004	Daños varios	Desplazamientos verticales excesivos subestructura
4005	Daños varios	Diseño geométrico inadecuado
4006	Daños varios	Mala visibilidad horizontal
4007	Daños varios	Mala visibilidad vertical
4008	Daños varios	Peralte inadecuado
4009	Daños varios	Camino angosto
4010	Daños varios	Puente angosto
4011	Daños varios	Obstrucción del cauce
4012	Daños varios	Empozamiento de cauce
4013	Daños varios	Socavación, erosión

A. 1

FORMATOS DE INSPECCIÓN RUTINARIA EN PUENTE ORELLANA

Fuente: *(Valenzuela, 2008)*.

FORMATO N° 01: INVENTARIO BASICO DEL PUENTE

DESCRIPCION												
NOMBRE DEL PUENTE	"PUENTE DE CONCRETO -PUENTE ORELLANA"		LOCALIDAD	DEPARTAMENTO	CAJAMARC A	ADMINISTRADO	MUN. PROV. DE JAÉN		FECHA DE DISEÑO	DIA	MES	AÑO
CLASIFICACION	PRIMARIO			PROVINCIA	JAÉN	LATIT. NORTE			CONSTRUCCION			
				DISTRITO	JAÉN	LONG. ESTE						
ELEMENTOS BASICOS			DIMENSIONES							UBICACION		
DIRECCION DE LA VIA			ANCHO TOTAL	10 METROS			CALZADA	7.20 METROS				
TIPO DE ESTRUCTURA	PUENTE		ITEMS	1	2	3	4	5	6	7		
CARGA VIVA	HL-93		W (m)	0.20	1.20	3.60	0	3.60	1.20	0.20		
LONGITUD TOTAL	32 METROS		H (m)	0.80	0.30	0.10	0	0.10	0.30	0.80		
ESPECIFICACION												
N° DE SUPERESTRUCTURA	1											
N° DE TRAMOS	2											
N° DE SUBESTRUCTURA	3											
LONG. DE DESVIO	25 METROS											
FECHA DE ULTIMA PINTURA	DIA	MES	AÑO									
SERVICIOS PUBLICOS	1	3		CLARO LIBRE								
	2	4		ALTURA LIBRE VERTICAL	SUPERIOR	6 METROS	W. APROX					
CRUZA SOBRE	1	RIO AMOJU		INFERIOR	5 METROS							
	2			ANTECEDENTES DE INSPECCION								
PAVIMENTO	TIPO			DIA	MES	AÑO	INSPECTOR	TIPO DE INVESTIGACION				
	ESPESOR	ORIGINAL	0.20 METROS									
		SOBRECAPA										
CONTEO DE TRAFICO	AÑO	2013		ANTECEDENTES DE REHABILITACION								
	TOTAL DE VEHICULOS	621 VEH.		DIA	MES	AÑO	ELEMENTOS	CONTRAMEDIDAS				
	% DE VEH. PESADOS	15%										
RESTRICCIONES	POR CARGA	40 TON.										
	POR ALTURA											
	POR ANCHO											
VISTA PANORAMICA												
OBSERVACIONES:												
SE DIFICULTA LA INSPECCION DE LA SUB ESTRUCTURA DEBIDO A LA UBICACION EN RIO CON CAUDAL PERMANENTE												

FORMATO N° 02:DETALLE DE SUPER ESTRUCTURA

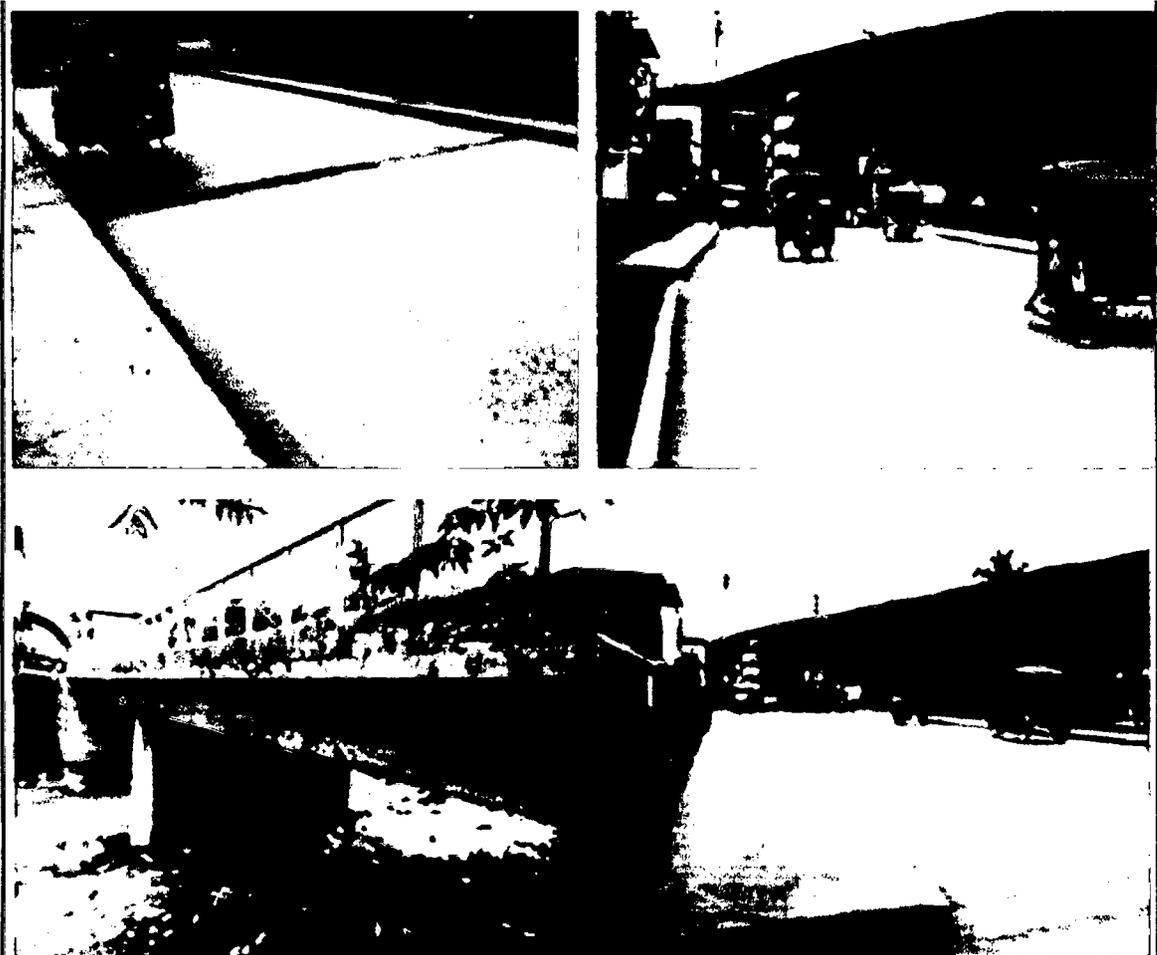
DESCRIPCION:												
NOMBRE DEL PUENTE	"PUENTE DE CONCRETO - PUENTE ORELLANA"		LOCALIDAD	DEPARTAMENTO	CAJAMARCA	ADMINISTRADO	MUN. PROV. DE JAÉN		FECHA DE	DÍA	MES	AÑO
				PROVINCIA	JAÉN	LATIT. NORTE			DISEÑO			
				DISTRITO	JAÉN	LONG. ESTE			CONSTRUCCION			
CLASIFICACION	PRIMARIO											
N° DE SUPER ESTRUCTURA	N° DE TRAMOS	ALINEACION DE PLANTA	VIGAS PRINCIPALES DE LA SUPER ESTRUCTURA									
			MATERIALES	SUPER ESTRUCTURA	TIPOS	LONG. TOTAL	TRAMO MAXIMO	N° VIGAS	ALTURA			
1	2	RECTA	CONCRETO ARMADO	VIGA CONTINUA	VIGA T	25 METROS	25 METROS	4	0.80 METROS			
N° DE SUPER ESTRUCTURA	TIPO DE JUNTA DE EXPANSION		LOZA		CARACTERISTICAS DE PINTURA							
	UBICACIÓN INICIAL	UBICACIÓN FINAL	MATERIALES	ESPESOR	TIPO DE PINTURA	AREA PINTADA	FECHA DE ULTIMA PINTURA			EMPRESA ENCARGADA		
							DIA	MES	AÑO			
1	JUNTA ABIERTA	JUNTA ABIERTA	CONCRETO	0.20 METROS								

FORMATO N° 03:DETALLE DE SUB ESTRUCTURA

DESCRIPCION:														
NOMBRE DEL PUENTE	"PUENTE DE CONCRETO -PUENTE ORELLANA"		LOCALIDAD	DEPARTAMENTO	CAJAMARCA		ADMINISTRADO	MUN. PROV. DE JAÉN			FECHA DE	DIA	MES	AÑO
				PROVINCIA	JAÉN		LATITUD NORTE				DISEÑO			
				DISTRITO	JAÉN		LONGITUD ESTE				CONSTRUCCION			
BASTION - PILA				PILA			FUNDACION				APOYO			
N° DE	MATERIALES	TIPO	ALTURA	FORMA	DIMENSIONES		TIPO	DIMENSIONES		TIPO DE PILOTES	TIPO		ANCHO DE ASIENTO	
					ANCHO	LARGO		ANCHO	LARGO		INICIAL	FINAL		
P1	CONCRETO	MARCO RIGIDO	6.20 METROS	COLUMNA SENCILLA	0.60 METROS	7.20 METROS	PLACA CORRIDA	1.2	9.6		FIJO	EXPANSIVO	0.40 METROS	

FORMATO N° 04: INSPECCIÓN RUTINARIA.

Ficha de Inspección Rutinaria		27/02/2013			
DATOS DE LA ESTRUCTURA					
Nombre:	PUENTE ORELLANA				
Ubicación:	AV. ORELLANA, CIUDAD DE JAÉN				
Longitud.	25 METROS				
Tipo de Punte:	PUENTE VIGA				
ESCALA DE EVALUACION					
El grado de daño debe ser evaluado de acuerdo a la siguiente tabla.					
1	Muy Peligroso				
2	Peligroso				
3	Regular, no funciona como fue diseñado.				
4	Bueno				
5	Muy bueno o como nuevo				
ELEMENTOS DE LA EVALUACION					
La siguiente evaluación consta de dos partes.					
1. evaluación del entorno del puente					
2. evaluación de los deterioros de las partes del puente					
ENTORNO DEL PUENTE	1	2	3	4	5
1. Flujo aguas debajo de la Estructura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Socavación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Canal, taludes, obras complementarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GRADO DE DAÑO POR GRUPO DE ELEMENTOS	1	2	3	4	5
1. Subestructura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Superestructura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Elementos complementarios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GRADO DE DAÑO DEL PUENTE	1	2	3	4	5
Grado de Daño de Punte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



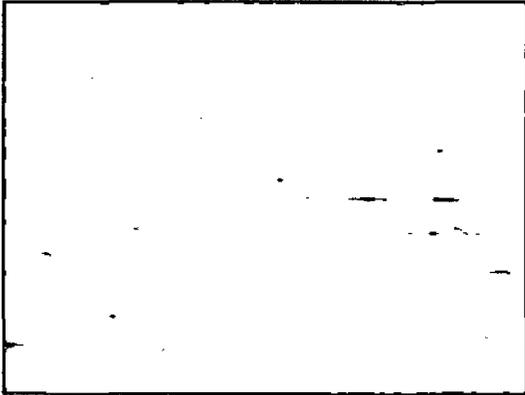
Ficha de Inspección Rutinaria	27/02/2013
IDENTIFICADOR DE PROBLEMAS	
Deterioros observados: identificar tipo de daño, elemento en que se presenta, observaciones, fotografías asociadas.	
<p>Desconche localizado, hay armadura expuesta en la losa, evidencias de oxidación y expansión de la armadura se ve peligroso.</p> <p>Pilar en buen estado.</p> <p>Vigas con agrietamiento leve.</p> <p>Estribos en regular estado.</p> <p>Protecciones fluviales con evidencia de impactos, pérdida de material.</p> <p>Barreras poco seguras, deterioro y falta de resistencia, están sueltas en la zona de conexión.</p> <p>Pavimento agrietado y asfalto tapando juntas de expansión de la estructura.</p> <p>Juntas con asfalto o llenas de elementos externos producen sobretensiones y pérdida de material en la zona</p> <p>Inexistencia del sello de junta del margen derecho</p> <p>Deterioro de elementos de concreto en las barandas.</p>	

A. 2

FORMATOS DE INSPECCIÓN GENERAL EN PUENTE ORELLANA

Fuente: *(Valenzuela, 2008)*.

FORMATO N° 06: FICHA DE INSPECCIÓN GENERAL

FICHA DE INSPECCION PERIODICA		27/02/2013			
DATOS DE LA ESTRUCTURA					
Nombre: PUENTE ORELLANA					
Fecha: 27/02/2013					
EVALUCION DE ELEMENTOS					
ELEMENTO : LOSA					
FOTOGRAFIAS:					
					
DETERIOROS					
CODIGO	DESCRIPCION				
2001	GRIETAS				
2002	BACHES				
2003	AHUELLAMIENTO				
2010	DESGASTE MECANICO POR TRAFICO				
Índice de Condición del elemento (ICE)					
	1	2	3	4	5
		X			

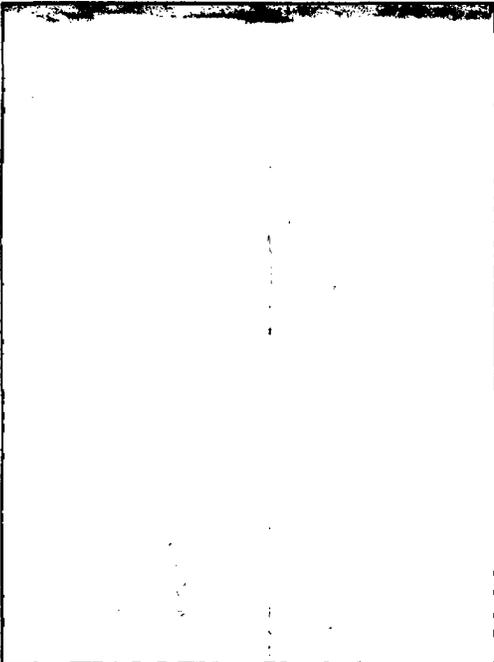
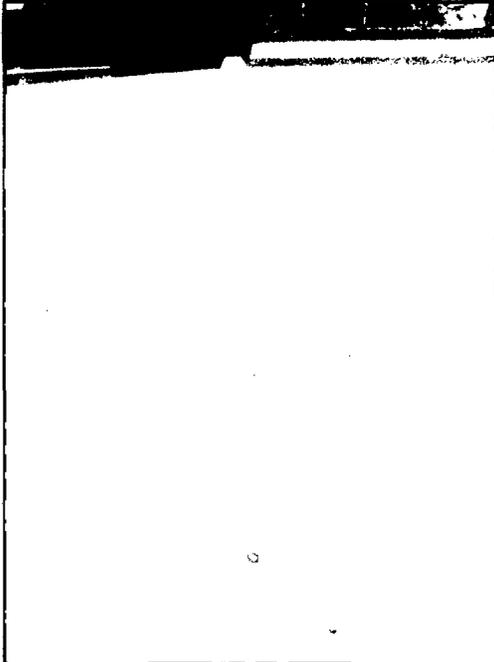
FORMATO N° 06: FICHA DE INSPECCIÓN GENERAL

FICHA DE INSPECCION PERIODICA		27/02/2013			
DATOS DE LA ESTRUCTURA					
Nombre: PUENTE ORELLANA					
Fecha: 27/02/2013					
EVALUCION DE ELEMENTOS					
ELEMENTO : VIGA PRINCIPAL					
FOTOGRAFIAS:					
					
DETERIOROS					
CODIGO	DESCRIPCION				
1002	ABRASION O DELAMINACION				
1014	EFLORESCENCIA				
4010	PUENTE ANGOSTO				
Índice de Condición del elemento (ICE)					
	1	2	3	4	5
				X	

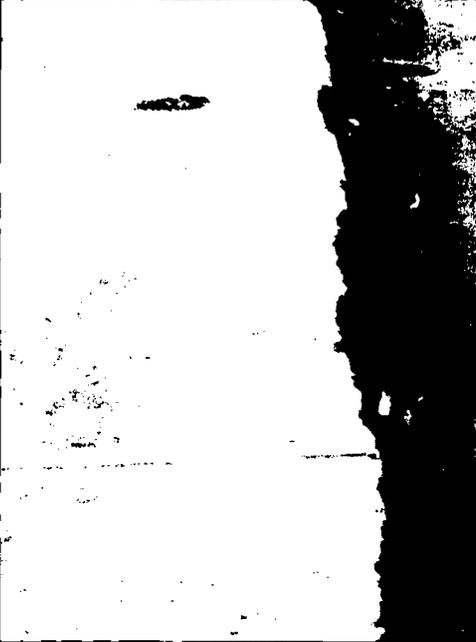
FORMATO N° 06: FICHA DE INSPECCIÓN GENERAL

FICHA DE INSPECCION PERIODICA		27/02/2013			
DATOS DE LA ESTRUCTURA					
Nombre: PUENTE ORELLANA					
Fecha: 27/02/2013					
EVALUCION DE ELEMENTOS					
ELEMENTO : BARANDAS					
FOTOGRAFIAS:					
					
DETERIOROS					
CODIGO	DESCRIPCION				
2201	DETERIORO DE ELEMENTOS DE CONCRETO				
2202	DEFORMACIONES				
2203	CORROSION DE ELEMENTOS DE ACERO				
2204	DAÑO MECANICO POR IMPACTOS				
2205	FALTA DE SEÑALIZACION				
Índice de Condición del elemento (ICE)					
	1	2	3	4	5
		X			

FORMATO N° 06: FICHA DE INSPECCIÓN GENERAL

FICHA DE INSPECCION PERIODICA		27/02/2013			
DATOS DE LA ESTRUCTURA					
Nombre: PUENTE ORELLANA					
Fecha: 27/02/2013					
EVALUCION DE ELEMENTOS					
ELEMENTO : JUNTAS					
FOTOGRAFIAS:					
					
DETERIOROS					
CODIGO	DESCRIPCION				
2304	DETERIORO DE SELLOS Y MEMBRANAS				
2306	FALTAD DE SELLO				
2307	OBSTRUCCION DE JUNTAS				
Índice de Condición del elemento (ICE)					
	1	2	3	4	5
		X			

FORMATO N° 06: FICHA DE INSPECCIÓN GENERAL

FICHA DE INSPECCION PERIODICA		27/02/2013			
DATOS DE LA ESTRUCTURA					
Nombre: PUENTE ORELLANA					
Fecha: 27/02/2013					
EVALUCION DE ELEMENTOS					
ELEMENTO :PASILLO - VEREDAS					
FOTOGRAFIAS:					
					
DETERIOROS					
CODIGO	DESCRIPCION				
4009	CAMINO ANGOSTO				
2503	ELEMENTOS FALTANTES				
2001	GRIETAS				
2002	BACHES				
2003	AHUELLAMIENTO				
Indice de Condición del elemento (ICE)					
	1	2	3	4	5
	X				

