UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PUENTE HUALLAGA KM. 00+310 CARRETERA CENTRAL PE 3N, A EFECTOS DE SU INTERVENCIÓN PREVENTIVA-2020"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TESISTA:
Pilar Milagros Vela Aguirre

ASESOR:
Córdova Facundo, Carlos Enrique

HUÁNUCO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Camila y Micaela, mis hijas, porque son ellas mi más significativa motivación.

AGRADECIMIENTOS

Hacer que las cosas sucedan implica alejarse de la resignación y de la rendición, implica también no desfallecer, no acomodarse, dar un paso sin olvidar el anterior y estar dispuestos al siguiente. Hacer que las cosas sucedan es un camino de persistencia, y por ello esta tesis no hubiese sido posible sin la permanente orientación de mi Asesor: Carlos Enrique Córdova Facundo, a quien quiero dirigir mi profunda gratitud.

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PUENTE HUALLAGA KM. 00+310 CARRETERA CENTRAL PE 3N, A EFECTOS DE SU INTERVENCIÓN PREVENTIVA-2020"

Pilar Milagros Vela Aguirre

HUÁNUCO – PERÚ

2020

RESUMEN

Las personas que viven en la ciudad de Huánuco o circulan por ella, están acostumbradas a transitar por el puente Huallaga, y las que al pasar por este puente ponen atención a su estado pueden notar que actualmente este puente evidencia un descuido de parte de las instituciones encargadas de su gestión. Entonces se plantea la siguiente pregunta ¿Cuál es el estado del puente Huallaga km. 000+310 carretera central PE-3N, a efectos de su intervención preventiva?, la que es punto de partida del presente estudio.

Para responder esta interrogante se han desarrollado preguntas específicas, y sus correspondientes objetivos específicos, y en función a estos objetivos se desarrolló un estudio con un enfoque cuantitativo, del tipo aplicada, del nivel relacional y con un diseño no-experimental transversal. Entonces la metodología utilizada para determinar el estado del puente Huallaga usa básicamente la técnica de la observación de campo, para recolectar la información se usaron equipos y herramientas para las mediaciones en cada uno de los elementos de la superestructura, subestructura y apoyos, que es como se ha separado el puente para su estudio. Esta información ha sido levantada y registrada con el apoyo de la metodología propuesta en el plan de tesis complementada con la metodología SCAP (Sistema computarizado de administración de puentes) del MTC.

Desarrollada la tesis, se llegó a la siguiente conclusión general el puente Huallaga en la actualidad, junio del 2020, se encuentra en una condición global de REGULAR, sin embargo en forma unitaria, los elementos de la superestructura se encuentran en una condición BUENA, los elementos de la subestructura en una condición BUENA y los apoyos en una condición de REGULAR a MALA. Y a partir de estas conclusiones se hacen las sugerencias correspondientes a fin de que la gestión del mantenimiento de esta infraestructura sea más óptima.

ABSTRAC

People who live in or pass through the city of Huánuco are used to walking on the Huallaga bridge, and those who pay attention to its condition when passing through this bridge may notice that this bridge is currently showing neglect on the part of the institutions. In charge of its management. Then the following question arises: What is the state of the Huallaga km bridge. 000 + 310 central highway PE-3N, for the purposes of its preventive intervention?, which is the starting point of this study.

To answer this question, specific questions and their corresponding specific objectives have been developed, and based on these objectives, a study was developed with a quantitative approach, of the applied type, at the relational level and with a non-experimental cross-sectional design. So the methodology used to determine the state of the Huallaga bridge basically uses the technique of field observation, to collect the information, equipment and tools were used for mediations in each of the elements of the superstructure, substructure and supports, which is how The bridge has been separated for study. This information has been collected and recorded with the support of the methodology proposed in the thesis plan complemented with the MTC's SCAP (Computerized Bridge Management System) methodology.

Developed the thesis, the following general conclusion was reached: the Huallaga bridge currently, June 2020, is in a global condition of REGULAR, however in a unitary way, the elements of the superstructure are in a GOOD condition, the elements of the substructure in a GOOD condition and the supports in a condition of REGULAR to BAD. And from these conclusions the corresponding suggestions are made so that the management of the maintenance of this infrastructure is more optimal.

INDICE

INTRODUCCIÓN 3

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO 4

1.1 Antecedentes 4

1.1.1 A nivel internacional 4

1.1.2 A nivel nacional 14

1.1.3 A nivel local 22

1.2 Investigación bibliográfica 27

1.2.1 Conceptos fundamentales 27

1.2.1.1 Evaluación de puentes 27

1.2.2 Definiciones básicas 35

1.3 Hipótesis 37

1.3.1 Hipótesis general 37

1.3.2 Hipótesis específicas 37

1.4 Variables 37

1.4.1 Variable independiente 37

1.4.2 Variable dependiente 37

1.4.3 Variables intervinientes 37

1.5 Objetivos 38

1.5.1 Objetivo general 38

1.5.2 Objetivos específicos 38

1.6 Población 38

1.7 Muestra 38

CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO 40

2.1 Métodos 40

2.2 Técnicas 41

2.3 Instrumentos 42

CAPÍTULO III. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 48

3.1 Memoria descriptiva 48

3.2 Evaluación del puente 48

3.3 Formatos de evaluación 68

3.4 Discusión de resultados 85

CONCLUSIONES 88

SUGERENCIAS 93

BIBLIOGRAFÍA.....95

ANEXOS 97

- Formatos de aforo del tránsito

NOTA BIOGRÁFICA.....106

INTRODUCCIÓN

Se sabe que países como el Perú tienen grandes limitaciones en inversión relacionada a la infraestructura de todo tipo, por lo que no está exenta de esta condición la infraestructura vial. Las carreteras y puentes en nuestro país en la actualidad tienen marcadas brechas en cubrir en cuanto al alcance como al estado de estas infraestructuras, tanto a nivel nacional, regional como local. Entonces no solo es que faltan carreteras y puentes para una adecuada conectividad de los pueblos, si no que éstas en general se encuentran en regular o mal estado debido básicamente a la falta de un adecuado mantenimiento.

El puente Huallaga, ubicado a la entrada de la ciudad de Huánuco en la carretera central (vía PE 3N) sobre el río del mismo nombre, fue construido el año 1978, sin embargo en muy pocas ocasiones ha tenido un adecuado mantenimiento, lo cual ha generado que hoy se encuentre en un estado de evidente descuido.

Entonces el conocer el estado actual del puente, para a partir de ello proponer o sugerir el tipo y oportunidad de intervención que debe hacerse al puente, se hace necesario a fin de visibilizar la problemática del estado de la infraestructura pública en general en nuestro medio, y en especial la infraestructura vial, en su componente de puentes, máxime si éste es el principal puente de la vía nacional que da acceso a la ciudad de Huánuco y a las ciudades del centro oriente del país.

Ciertamente el Gobierno Peruano, a través de Provías Nacional, es la entidad encargada de la gestión de estas infraestructuras, que realiza de acuerdo a las limitaciones de recursos que tienen, hay que anotar que el puente Huallaga se encuentra en una vía cuyo mantenimiento ha sido contratado a una empresa particular, y eso hace que el estado actual de esta infraestructura dependa del contrato que para ese fin se haya celebrado entre el particular y el estado que, de acuerdo a los objetivos trazados en nuestro estudio, el puente se encuentra en un estado global como REGULAR, que precisa un mantenimiento de forma mediata.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

1.1.1 A nivel internacional

A nivel internacional se tienen diversos estudios relacionados con el tema, sin embargo hay que anotar que cada país tienen diferente normativa respecto al mantenimiento de su infraestructura vial y específicamente la de puentes, normativa en que se desarrolla el tema en estudio, así se tiene que;

(Castellanos, 2009) en su tesis titulada "*Propuesta de un modelo para la Evaluación de los Puentes Metálicos"* presentada a la Maestría en Carreteras y Puentes de la Facultad de Construcciones de la Universidad del Oriente – Cuba, para optar el grado de Máster en Carreteras y Puentes, llega a las siguientes conclusiones;

- El análisis histórico del proceso de construcción y evaluación del estado constructivo de los puentes ha permitido determinar, como tendencia general, que la evaluación del referido estado se ha manifestado de forma irregular, dado por razones condicionadas por la influencia de aspectos entrópicos externos. Se reconoce un proceso de lenta incorporación de modelos de evaluación adecuados a los nuevos contextos de las transformaciones que se realizan en el sector ingenieril que limita, a la postre, el desempeño profesional para enfrentar las demandas del mundo de la producción y los servicios.

- La concepción técnica sobre la evaluación integral presentada desde la elaboración del modelo, contentivo de la contradicción existente entre el estado actual y el deseado, se integra al proceso general del evaluación desde lo teórico, en la presentación del modelo de evaluación, lo metodológico en la aplicación del modelo y en lo vivencial, sobre la base de los resultados de la aplicación del referido modelo al caso específico del puente de Cuneira.

- El modelo presentado es consecuente con la concepción de la

evaluación integral y constituye una alternativa que eleva la efectividad del proceso de toma de decisiones ante la solución de los problemas del estado constructivo de los puentes.

De este estudio podemos colegir que en el país de Cuba no existen modelos adecuados para la evaluación de puentes metálicos, en concordancia con las transformaciones que se realizan en el sector ingenieril, abarca tres enfoque de evaluación, el teórico, el metodológico y el vivencial, es decir una evaluación integral, que a diferencia del estudio que nosotros realizamos, se enfoca en lo funcional en el marco de un modelo ya establecido en las normas nacionales, sin embargo este estudio nos sirve de antecedente ya que propone lo mismo que proponemos, una alternativa que eleva la efectividad del proceso de toma de decisiones ante la solución de los problemas del estado de los puentes.

También;

(Cain & Arcos, 2016) en su tesis titulada "*Evaluación Estructural y Funcional del Puente Cebadas, ubicado en el kilómetro 32 del tramo Guamote-Macas (Ruta E46), Aplicando la Metodología del Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (S.A.E.P.), para su rehabilitación y conservación"* presentada en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Chimborazo para optar el título de ingenieros civiles, definieron los siguientes objetivos;

Objetivo General;

- Realizar la evaluación estructural y funcional del Puente Cebadas, ubicado en el kilómetro 32 del tramo Guamote-Macas (Ruta E46), aplicando la metodología del Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (S.A.E.P.) para su rehabilitación y conservación.

Objetivos específicos;

- Realizar un levantamiento topográfico del puente para determinar las condiciones actuales del mismo.
- Pormenorizar y mencionar todos los elementos del puente, para identificar sus componentes.

- Realizar una inspección visual del puente y sus componentes, con la finalidad de indicar las distintas singularidades que presenta.
- Determinar las causas que originaron las fallas, para conocer las condiciones de servicialidad actual del puente.
- Recomendar correcciones para la solucionar las fallas del puente.

Y llegaron a las siguientes conclusiones y recomendaciones;

Conclusiones;

- De la evaluación hidráulica realizada en esta investigación se obtuvieron los siguientes caudales de diseño el primero con un caudal de 462.49 m^3/s obtenido por el método racional y un caudal de 558.14 m^3/s obtenido por método de ajuste de probabilidad de Gumbel, la diferencia entre estos dos resultados hace que se tome como caudal diseño para la modelación hidráulica en el HEC-RAS el mayor en función de la seguridad de la evaluación y de la estructura.
- De acuerdo con la modelación hidráulica el nivel de aguas máximas ordinarias es igual a 2910.60 m.s.n.m mientras que el nivel de aguas máximas extraordinarias para un periodo de retorno de 100 años es igual a 2912.09 m.s.n.m, evidenciando de esta manera que la altura de implantación de la estructura existente cumple con las normas vigentes dictadas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, de igual manera la socavación general en el cauce, no implica riesgo para la estabilidad de la estructura implantada.
- La composición actual de tráfico en el puente Cebadas está dada por un 49.46% de vehículos livianos, un 10.81% de buses y un 39.73% por camiones, proyectando este tráfico para un periodo de diseño de 50 años, con un medida 5.10% del PIB se determinó un tráfico futuro de 1389 vehículos compuesto por un 14.47% de vehículos livianos, un 13.16% de buses y un 72.37% de camiones, de esta composición se categorizo a la vía Riobamba – Guamote – Macas como una carretera de clase C1 de acuerdo con las tablas del N.E.V.I – 12.
- De acuerdo con la evaluación estructural y funcional del puente Cebadas y aplicando la metodología del sistema de administración de estructuras de

puentes S.A.E.P se determinó que este presenta un grado de daño afectación en los primarios de 146 y en los elementos secundarios un grado de daño de afectación de 53 con estos parámetros se estableció un rango para su calificación obteniendo una calificación de seis y una condición general del estado del puente de Mala.

- Es importante conocer las proporciones de fallo encontrados en la evaluación del puente Cebadas dichas proporciones completan un 59.62% de afectación en la estructura y estas a su vez se encuentran permutadas en un 32.44% en los componentes principales y en un 27.18% en los componentes secundarios de la misma asimismo a continuación se mostraran las proporciones donde se concentran el mayor porcentaje de afectación según el tipo de elemento y sus componentes.

- De acuerdo con la evaluación de vulnerabilidad sísmica y siguiendo la metodología Risk Management Solutions RMS, el puente se clasifica como una estructura HBR11 (puente simplemente apoyado, diseño sismo resistente y de alto riesgo), con base en esta clasificación y tomando en cuenta las aceleraciones espectrales del terreno esperadas a 475 años, se determina que el puente Cebadas tiene una vulnerabilidad muy alta ante amenaza sísmica.

- Mediante estas evaluaciones se determinó que puente es susceptible a la degradación de los estribos, a la pérdida parcial de apoyo de las vigas principales sobre la viga cabezal del estribo y asentamiento de los accesos del puente, de ahí la importancia de realizar las reparaciones necesarias al puente para asegurar su buen funcionamiento y comportamiento estructural ante cargas de servicio y minimizar el nivel de riesgo asociado ante eventos extremos.

- Es evidente la poca pericia y la pésima ejecución en los trabajos efectuados durante la construcción del puente Cebadas esto ha ocasionado de que la estructura sume considerables deterioros, lo cual está afectando seriamente a los elementos estructurales primarios con fisuras en el concreto es conviene cerrar el puente al tráfico para que este sea intervenido de forma inmediata para evitar que el daño se extienda o empeore y se convierta en crítico.

- Considerando el grado de daño, las patologías y a su vez analizando la condición general del puente Cebadas se determinó de que este debe ser intervenido mediante un plan de reparación y reforzamiento estructural aplicando refuerzos a flexión en vigas las de hormigón mediante la colocación de polímeros reforzados con fibras de carbono, asimismo este plan contará con un modelo económico referencial para su rehabilitación, conservación y mantenimiento.

Recomendaciones;

- Debido a que la carretera Riobamba – Guamote - Macas, es de gran importancia para el desarrollo económico y comercial de varios cantones de las provincias de Chimborazo y Morona Santiago, y además de ser una de las arterias principales que unen la región Oriental con la Sierra ecuatoriana, es recomendable de que las instituciones encargadas de la administración de estas estructuras cuenten con un adecuado modelo de gestión y conservación vial con el fin reducir los costos de mantenimiento vial y operación vehicular en las redes arteriales de la provincia Chimborazo y del país.

- La rehabilitación y reforzamiento de la estructura del puente Cebadas, se recomienda hacerla durante la época de estiaje, que como se indica en esta investigación se presentan en los meses de Enero a Agosto, asimismo es de suma importancia seguir las sugerencias descritas en la evaluación de cada uno de los componentes tanto principales como secundarios ya que en estas se citan, el conjunto de acciones y tratamientos a seguir en cada uno de estos, de igual manera en estos incisos se presenta el proceso constructivo a perpetuar con el fin de reintegrar y asegurar un buen funcionamiento de la estructura.

Ciertamente los objetivos de este estudio están mas bien orientados al tema estructural es por ello que toma en cuenta las cargas y la vulnerabilidad sísmica, también cuestionan los trabajos realizados en la ejecución del puente, por lo que recomiendan que el puente sea intervenido mediante un plan de reparación y reforzamiento estructural aplicando refuerzos a flexión en vigas las de hormigón mediante la colocación de polímeros reforzados con fibras de carbono, lo cual difiere en cierto sentido con el estudio realizado, ya

que nuestro objetivo es más orientado a una: El contar con una evaluación diagnóstica desde el punto de vista cuantitativo y cuantitativo que nos permitirá tener un instrumento válido para la gestión de este puente en términos de mantenimiento y rehabilitación, permitiendo la mejora del gasto en cuanto a mantenimiento y rehabilitación de esta estructura, y en esta parte si se coincide con las recomendaciones que hacen los autores de que "las instituciones encargadas de la administración de estas estructuras cuenten con un adecuado modelo de gestión y conservación vial con el fin reducir los costos de mantenimiento vial y operación vehicular en las redes arteriales de la provincia Chimborazo y del país".

También;

(Cardoza & Villalobos, 2005) en su tesis titulada "*Evaluación estructural de un puente mediante la realización de una prueba de carga estática*" presentada en la escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, para optar el título de ingenieros civiles, se trazaron los siguientes objetivos;

Objetivo general;

Evaluar estructuralmente un puente mediante la formulación y ejecución de un proyecto de prueba de carga estática.

Objetivos específicos;

- Conocer los aspectos básicos, generales e históricos más relevantes, de algunos de los puentes de El salvador, que sean acordes a la investigación.
- Formular y ejecutar el proyecto de la prueba de carga estática. Proponer los procedimientos y la instrumentación para la toma de medidas durante la prueba de carga estática.
- Construir y evaluar un modelo matemático representativo del puente carretero a evaluar a partir de la información proporcionada por el Ministerio de Obras Públicas (Planos y Especificaciones Técnicas del Proyecto) y de las inspecciones de campo.
- Comparar los resultados registrados durante el ensayo en campo con los obtenidos de la evaluación del modelo matemático.

- Determinar la carga segura y la carga máxima que, teóricamente, podría soportar el puente. Realizar un análisis de los costos que implicaría la inclusión del proyecto de prueba de carga estática dentro del proyecto general de un puente.

Y al final de su trabajo, llegaron a las siguientes conclusiones y recomendaciones;

Conclusiones;

- Los puentes en nuestro país, al igual que en cualquier parte del mundo, constituyen estructuras de vital importancia para el desarrollo de las actividades productivas y para la comunicación entre distintas comunidades; razón por la cual se vuelve imperante la necesidad de asegurar que tanto los existentes, así como los que se construyan en el futuro sean adecuados desde los puntos de vista estructural y funcional. De acuerdo a las características estructurales de los tipos de puentes, y a los requisitos de seguridad y funcionalidad con que deben cumplir; se concluye que: La losa maciza (Puente tipo Viga) de concreto armado o pretensado, es la solución más simple, económica y usada para claros cortos (menores de 10 m).
- El Puente tipo Arco es la estructura más adecuada para los materiales aptos para resistir compresiones, porque en él las tracciones se pueden evitar o reducir al mínimo (gracias a su forma y las condiciones de sus apoyos). Es, por tanto, una solución muy buena para claros medios, aunque puede ser utilizado para claros cortos y grandes. Las estructuras de cables son las ideales para las grandes luces por varias razones: El cable es un elemento que trabaja exclusivamente a tensión, que es la forma ideal de resistir del acero.
- El propósito primordial de la prueba de carga consiste en verificar el comportamiento del puente frente a las cargas de servicio; es decir, pretende comprobar que el puente se comporte de acuerdo a las previsiones de cálculo, que debieron usarse en el proyecto estructural del mismo, y que no presente anomalías. Los ensayos de carga pueden, entonces, ser utilizados por el evaluador para comprender de mejor manera

la respuesta de un miembro a las aplicaciones de carga viva y pueden también proveer una determinación más realista de la capacidad de carga del puente como conjunto. De las pruebas de carga pueden obtenerse valiosos datos de investigación, ya que, en definitiva, se trata de ensayos a escala natural de una estructura real de los que pueden deducirse conclusiones útiles para futuros proyectos, confirmaciones de supuestos de diseño, parámetros para el mantenimiento estructural del puente, etc., todo ello con un costo que representa un pequeño porcentaje del costo total del proyecto. Los procedimientos de evaluación de carga, que incorporan resultados de ensayos de carga, tienen el potencial para demostrar una mayor capacidad de carga en muchas estructuras que, de otra forma, requerirían señalización preventiva de carga (load posting) si su análisis se basara únicamente en métodos convencionales. Los ensayos de carga pueden ser una herramienta muy útil para los propietarios de puentes. Pueden traducirse en ahorro, permitiendo la continuidad en el uso de puentes antiguos sometidos a un nivel de servicio superior y/o pueden reducir los costos de refuerzo estructural, en caso de ser necesarios. Los resultados del ensayo de carga pueden emitir una advertencia cuando el puente no se esté comportando adecuadamente, permitiéndose, de esta manera, tomar acciones y decisiones al respecto, como por ejemplo una revisión estructural de detalle, toma de testigos, la no-recepción definitiva de la obra, reevaluación del modelo de cálculo incluyendo todos los elementos, posibles fallas en cimentaciones, disposición de señalización de limitación de carga (en el caso de puentes existentes) o incluso prohibición para circulación de vehículos pesados, etc.

- La concepción del modelo matemático creado con el software AVWIN98 es básicamente la misma que la usada en la creación del modelo generado en el SAP2000. Esto se comprueba al observar los resultados que se obtienen en el cálculo de las deformaciones y momentos generados en la estructura por las cargas externas aplicadas (según se presenta en la tabla 4.19), los cuales son, esencialmente, del mismo orden. La máxima variación entre los momentos y las deformaciones máximas registrados por ambos softwares es de 5.04% y 2.12%, respectivamente. La pequeña variación entre los resultados arrojados por ambos programas (como se

muestra en la tabla 4.19) se debe, principalmente, a la diferencia en la distribución de la carga; la cual se ve afectada por la variación en las discretizaciones de ambos modelos

- La carga máxima que puede soportar la estructura, teóricamente, es de 108.40 Ton, la cual es mayor que la carga viva vehicular de diseño en un 66%. De acuerdo a estos resultados, la carga viva aplicada al puente durante el ensayo (54.75 Ton) representa un 83.82% de la carga viva vehicular de diseño (HS-20) y un 65.32% de la carga vehicular máxima teórica (108.40 Ton.).

Recomendaciones;

- Es recomendable someter los puentes a pruebas de carga en los siguientes casos: En estructuras nuevas, previo a su habilitación pública, con el fin de evaluar su aptitud frente a las cargas de servicio y comprobar que su diseño y construcción se han realizado de forma satisfactoria. Cuando existan dudas razonables sobre la seguridad, funcionalidad o durabilidad de la estructura.
- Cuando se trate de verificar que la estructura sigue manteniendo la capacidad estructural necesaria para resistir adecuadamente las cargas de servicio en un determinado momento de su vida o después de un proceso de reforma, un sismo, un impacto, asentamiento de cimentaciones, etc.
- Se recomienda que exista un plan de seguimiento que contemple, además de la prueba de carga de recepción, inspecciones rutinarias en puentes, de forma que se pueda analizar la evolución y posible deterioro de la estructura desde el punto de vista resistente y suministrar datos útiles para la toma de decisiones sobre su mantenimiento, reparación o refuerzo. En este punto, cabe mencionar que, en varios países, muchos puentes importantes y/o especiales son sometidos a monitoreos de salud estructural; es decir, cuentan con instrumentación permanente que permite observar su comportamiento constantemente (y en tiempo real) con el fin de controlar su integridad estructural. Este monitoreo ofrece muchas ventajas en el mantenimiento estructural de estos puentes, ya que no es necesaria la presencia de daño visible para empezar la reparación, sino que se

previenen daños mayores haciendo reparaciones desde sus primeras manifestaciones y, además, se economizan los recursos.

- Las pruebas de carga pueden también ser útiles en la adecuación de puentes antiguos a las actuales cargas de tráfico. La característica distintiva de este tipo de ensayo es la aplicación de cargas crecientes que permitan obtener resultados que, junto a un análisis teórico adecuado, permitan estimar la capacidad portante potencial de la estructura.

- En la creación del modelo matemático se recomienda realizar la discretización de la estructura de tal forma que afecte lo menos posible la distribución de carga sobre ella. Debe de procurarse, siempre que sea posible, que las cargas sean aplicadas en las posiciones que realmente les corresponde según el replanteo de la posición de las ruedas sobre la estructura para los estados de carga considerados.

El procedimiento para la ejecución de la Prueba de Carga Estática en Puentes es relativamente sencillo y puede efectuarse con personal y equipo de los laboratorios de control de calidad de suelos y materiales existentes en el país. En tal sentido, se recomienda la implementación de este tipo de ensayos para que, de esta forma, se garantice el adecuado funcionamiento del puente bajo las cargas de servicio. La creación del modelo matemático no debe limitarse exclusivamente a los programas que en este documento se mencionan. Se recomienda, entonces, la utilización de cualquier software de análisis estructural de puentes que permita generar las condiciones geométricas y estructurales del puente a analizar, así como la aplicación de las cargas vivas vehiculares consideradas para el ensayo.

De los objetivos, conclusiones y recomendaciones de este estudio se ve que están orientados a la evaluación estructural de un puente con la aplicación de una carga estática y alrededor de esto giran las conclusiones y recomendaciones, lo cual difiere con nuestro estudio ya que al ser el nuestro de tipo No-experimental, no se aplicará ninguna carga, solo se usará la observación, lo cual no significa que éste no sea un buen antecedente.

1.1.2 A nivel nacional

A nivel nacional no se tienen estudios referidos a la evaluación estructural y funcional de puentes, solo se centran en la evaluación estructural, sin embargo se está tomando como antecedentes por el aporte que éstos dan al marco teórico del presente estudio, entre otros se tiene que;

(Aronés & Cortés, 2018) en su tesis titulada "*Evaluación estructural del puente Huaracane con las Especificaciones de Diseño de Puentes AASHTO LRFD 2012 y Norma Técnica Peruana Sismo resistente E.030*" presentada a la Facultad de Ingeniería, carrera de Ingeniería civil de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, para optar el título de ingenieros civiles, se trazaron los siguientes objetivos;

El objetivo del presente trabajo es evaluar un puente de concreto armado con las normas y guías pertinentes actuales y contrastar el diseño resultante con el obtenido en el análisis del puente con las normas vigentes en la época en que se construyó (Standard Specifications for Highway Bridges AASHTO 1996, DGCF).

- Recolectar las normas de diseño de AASHTO LRFD 2012, la Propuesta de Reglamento de Puentes de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Norma E.030 Diseño Sismo resistente 2016.
- Describir la filosofía de diseño de la AASHTO LRFD 2012.
- Realizar el análisis de la superestructura y subestructura de un puente de concreto armado.
- Evaluación estructural de un puente construido en el año 2008 bajo el documento Standard Specifications for Highway Bridges AASHTO 1996.

Y, al finalizar su estudio llegaron a las siguientes conclusiones y recomendaciones;

Conclusiones;

- Una característica que influye considerablemente en el comportamiento estructural y sísmico de un puente es su grado de regularidad. Esta

característica considera que el elemento sea simple (ayuda a que las fuerzas aplicadas al puente se transfieran al suelo de forma directa), simétrico (la simetría de la estructura colabora a controlar los esfuerzos debido a torsión) e íntegro (la integridad de un puente contribuye a que sus componentes se mantengan unidos luego de un terremoto). Bajo dichos criterios, el puente Huaracane cumple con el perfil de puente “Regular”.

- No existe compatibilidad entre las zonas sísmicas detalladas en los documentos descritos en el punto anterior, porque los coeficientes de aceleración son determinados distintamente (el movimiento de las placas tectónicas en Estados Unidos y Perú no son iguales). Lo que puede considerarse es que en el AASHTO LRFD 2012, para el caso de un puente esencial regular, el método de análisis sísmico recomendado para la mayoría de zonas es el multimodal, siendo este más riguroso que el unimodal. Por ello, el método adoptado para la evaluación del puente Huaracane es el análisis multimodal.
- En función al análisis estructural de la superestructura, se obtuvo que los máximos momentos actuantes en la losa fueron -5.24 t-m en el volado y 4.95 t-m en el apoyo medio.
- La deflexión máxima de las vigas principales estimada para ambos tramos del puente es de 8 milímetros debidos a la carga vehicular. La flecha máxima permisible es de 26 milímetros. Por lo tanto, las deflexiones actuantes están dentro del rango permitido.
- Del análisis estructural de las vigas principales, se obtuvo que los momentos máximos y mínimos actuantes equivalen a 806.84 t-m.
- Del análisis estructural de las vigas principales, se obtuvo que los cortantes máximos y mínimos actuantes en el primer tramo del puente equivalen a 133 t y -134 t-m respectivamente. Para el segundo tramo, los cortantes máximos y mínimos actuantes equivalen a 133 t y -134 t-m respectivamente. Asimismo, en base al refuerzo existente en dicho elemento, se observó que las vigas resisten los cortantes actuantes determinados con la norma AASTHO LRFD 2012.
- Se realizó un Análisis de Estabilidad Global de los estribos del presente puente bajo los criterios de Morgenstern-Price y Spencer. Con dichos criterios de evaluación se puede observar que todas las fases consideradas

en la presente tesis cumplen con los factores mínimos de seguridad (1.5 para condición estática y 1.1 para condición pseudoestática). Sin embargo, cabe resaltar que la Fase de Operación ante Cargas Permanentes y la Fase de Operación ante Evento Símico cumplen con una diferencia mínima.

- Con la finalidad de verificar y complementar los cálculos manuales de la Evaluación de Capacidad Portante de las cimentaciones, se modelaron dichos elementos estructurales en el programa CSI SAFE. Se puede observar que la cimentación cumple, bajo cargas estáticas en Condición de Servicio, pues no excede la capacidad portante del suelo (3.6 kg/cm2). Sin embargo, puede notarse que, para la condición de Evento Extremo I, la presión máxima transmitida excede a la capacidad portante amplificada en 33% debido a cargas transitorias. Adicionalmente, puede observarse que la modelación en el programa CSI SAFE y los cálculos manuales presentan resultados muy cercanos. Estos resultados y su proximidad nos permiten comprender con mayor claridad el comportamiento de la platea del pilar. 17. - La norma peruana E.030 2016 y la norma internacional AASHTO LRFD 2012 otorgan lineamientos de diseño en el rango elástico conservadores. El código de diseño estructural ATC-40 brinda una guía de diseño pensada para el rango no lineal, con lo cual exige un mayor grado de seguridad ante solicitaciones sísmicas. Al comparar los resultados mediante las normativas empleadas en la presente tesis con los resultados obtenidos a través del ATC-40 observamos una adecuada similitud.

- Con eso se puede concluir que las normativas consideradas en la tesis ofrecen un amplio grado de seguridad ante esfuerzos sísmicos. Asimismo, se asegura que el puente se mantenga operacional luego de un evento sísmico

- De acuerdo a la evaluación por desempeño con código ATC-40 del puente Huaracane, tiene un nivel de desempeño de ocupación inmediata.

Recomendaciones;

- El Manual de Diseño de Puentes (vigente desde el año 2003), publicado por el MTC, indica que el Coeficiente de Aceleración “A” debe ser determinado a partir del mapa de isoaceleraciones de los investigadores PhD. Jorge Alva Hurtado y Msc. Jorge Castillo Aedo (publicado en el año

1993). Los investigadores PhD. Jorge Alva Hurtado y Msc. Jorge Castillo Aedo indican en su publicación que, debido a la alta sismicidad del Perú, debe llevarse a cabo un estudio más detallado del peligro sísmico en zonas donde se construirán estructuras como puentes. Además, mencionan que, debido a la importancia de este tipo de estructuras, no es recomendable que se empleen los valores mostrados en sus mapas para el diseño y construcción de puentes, ya que estas aceleraciones están orientadas a regionalización sísmica y análisis de vulnerabilidad.

- El espectro de respuesta sísmica elástica a emplear para el análisis del puente Huaracane debe ser el indicado por la Norma E.030 2016, porque dicho espectro ha sido elaborado para que esté acorde a los parámetros sísmicos del Perú. 3. El factor de modificación de respuesta R debe escogerse del documento AASHTO LRFD 2012 y no de la Norma E.030 2016. Este último documento presenta valores de R asociados a sistemas estructurales para edificaciones y no para puentes. En base a la clasificación de importancia del puente (esencial) y al tipo de subestructura empleada (en nuestro caso, columna individual), el factor R seleccionado es de 2. 4. Respecto al pilar del puente, para que aumentar su resistencia al corte, se pueden emplear técnicas de refuerzo tales como: a. Método de refuerzo por sección compuesta: Técnica de aumento de resistencia por incremento de la sección transversal en función a la contribución del área del concreto nuevo y del acero longitudinal y horizontal adicionado. b. Método de refuerzo por confinamiento: Técnica que se basa únicamente en controlar las deformaciones horizontales. No es necesario que se genere contacto horizontal entre el encamisado y el forjado. Se debe estribar toda la altura del pilar con polímeros reforzados con fibras. El encamisado de refuerzo necesita que los estribos sean cerrados y contar con una alta cuantía para generar una mejora adecuada de resistencia y ductilidad del concreto construido anteriormente.
- Respecto a la cimentación del puente, para evitar su fallo por capacidad portante debido al sismo, puede recurrirse a la siguiente técnica: Sustitución mediante incremento de área de contacto. Se trata básicamente de construir una nueva cimentación alrededor de la cimentación existente

en todo su perímetro y transferir las cargas actuantes a la nueva zapata en función a dowells de acero o concreto armado.

- Puede observarse en los planos de sección transversal de la cimentación que dichos elementos estructurales han sido apoyados en subzapatas. Normalmente, el uso de subzapatas (o falsas zapatas) es para compensar desniveles respecto a otras estructuras (evitar problemas por asentamiento diferencial), o para alcanzar un estrato más competente (obtener una capacidad portante mayor). En el caso de puentes que atraviesan ríos (como es el caso del presente proyecto), la cimentación debería ser apoyada en pilotes y no en subzapatas. Esto es porque la cimentación del pilar podría ser socavada por acción del río, con lo cual perdería estabilidad. El pilote empleado como apoyo de cimentación deberá tener una longitud de instalación adecuada para garantizar la transmisión de la carga a un estrato competente, minimizar el potencial de asentamiento, y evitar problemas de estabilidad por socavación. Para poder garantizar la funcionalidad de la cimentación del pilar con la subzapata, es recomendable realizar una evaluación hidráulica de dicho elemento estructural.

Como podemos observar, este estudio se centra en el análisis estructural de un puente existente con base a normas establecidas por los autores, hacen el análisis estructural de los elementos de la superestructura, subestructura y los apoyos, concluye que las normativas consideradas en la tesis ofrecen un amplio grado de seguridad ante esfuerzos sísmicos. Asimismo, se asegura que el puente se mantenga operacional luego de un evento sísmico

Concluyen también que de acuerdo a la evaluación por desempeño con código ATC-40 del puente Huaracane, tiene un nivel de desempeño de ocupación inmediata. Este análisis si bien es cierto difiere en el enfoque respecto a nuestro estudio, sin embargo se rescata que al evaluar un puente ya sea en el ámbito estructural como funcional, se debe tener como referencia alguna norma establecida por el autor del estudio y/o las normas con las que fue diseñada dicha estructura, para su comparación y validez, y en nuestro caso las normas que se utilizaron son las referidas al mantenimiento de los puentes, ya que al centrarnos en la evaluación funcional se estudió el estado

de los elementos físicos del puente, en términos de conservación y mantenimiento, asociados a su funcionalidad.

También;

(Narro, 2013) en su tesis titulada “Nivel del deterioro estructural en el puente de concreto Puente Orellana” presentada a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, para optar el título de ingeniero civil, llega a las siguientes conclusiones y recomendaciones;

Conclusiones;

- 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.

- 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.

- 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 lndice 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.

- 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 lndice de Condición de la subestructura, el mismo que determino el estado actual como, ESTADO REGULAR con un ICP=3.31; la subestructura comprendidos 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),

De lo visto esta tesis sigue un enfoque parecido a nuestro estudio, ya que hace el análisis de los elementos del puente agrupándolos en la superestructura y subestructura y a partir del ICE (índice de condición de la estructura) llega a determinar el índice de Condición de la Estructura, es decir del puente, que lo encuentra en ESTADO REGULAR, y desagregando, con la misma metodología, encuentra que la superestructura tiene el ESTADO REGULAR, igualmente a la sub estructura lo encuentra en ESTADO REGULAR, por lo que recomienda su mantenimiento rutinario y para los elementos de acero recomienda una protección catódica por medio de ánodos de sacrificio. Nuestro estudio coincide con la metodología propuesta es esta tesis, ya que nosotros analizamos los elementos físicos del puente tanto de la superestructura, subestructura y apoyos y a partir de ellos se hace cualificación de su estado en base a las normas vigentes para finalmente hacer las recomendaciones para su mantenimiento y operatividad, es decir partimos de la hipótesis de que el puente se encuentra en mal estado, determinamos ese estado y recomendamos su corrección.

Y además;

(Alzamora, 2018) en su tesis titulada " *Determinación y evaluación de las patologías del puente Sojo tipo mixto, distrito de Sojo, provincia de Sullana, departamento de Piura-2018"* presentada a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Los

Ángeles de Chimbote para optar el título de ingeniero civil, se traza los siguientes objetivos;

Objetivo General;

Determinar y evaluar las patologías del puente Sojo tipo mixto, Distrito de Sojo, Provincia de Sullana, Departamento de Piura, abril 2018.

Objetivos Específicos;

- Identificar los tipos de patologías del puente Sojo tipo Provincia Departamento de Piura, abril 2018.
- Determinar la patología con mayor porcentaje en la estructura del puente Sojo tipo mixto, de Sullana, Departamento de Piura, abril 2018.
- Hallar el nivel de severidad y la condición de servicio de la estructura del puente Sojo tipo mixto, Distrito de Provincia Departamento de Piura, abril 2018.

Y llega a las siguientes conclusiones y recomendaciones;

Conclusiones;

- Después de analizar los resultados obtenidos en la inspección del puente Sojo podemos llegar a las siguientes conclusiones: 1. Tipos de patologías encontradas: • Fisuración menor con 6 % • Eflorescencia con 8% • Efectos de intemperismo de 23% • Desgaste superficial del material sellante con 5% • Decoloración con 7% • Desprendimientos sin exposición de armadura con 1% • Rajaduras menores con 2% • Indicios de cristalización del neopreno con 20% • Desprendimiento de soldadura menor a 10% con 7% • Omisión de conexiones menor al 10% con 10% • Desintegración de la capa de asfalto en pequeños fragmentos suelto con 3% • Desprendimiento del concreto con 2% • Rajaduras mayor a 3mm con 5% • Soldadura defectuosa entre planchas mayor a 10% con 3%
- La patología efectos de intemperismo es la que presenta mayor porcentaje con un 23%
- Analizando los grados de deterioro presente en los elementos del Puente Sojo se puede decir que se encuentra en estado REGULAR

Recomendaciones;

Para los elementos de concreto.

- Limpieza mediante herramientas manuales, equipo mecánico manual como amoladora y escobillas de acero y agua a presión (incluye posterior secado).
- Para las fisuras, reporte y control, eventual aplicación de inyección de lechada y/o mortero fluido con aditivos expansivos o inyección de aditivos epóxicos Eventual pintado de superficies deterioradas con pintura donde existe disgregación o desprendimiento de concreto con exposición de armadura.
- Remoción y eliminación de material suelto, dejando superficie rugosa, (en losas ¾" bajo la barra),
- En losas delimitar el contorno del área reparada mediante corte, cuadrar los bordes.
- Aplicación de agentes de adherencia: pegamento epóxico y resane con morteros y/o concretos con aditivos expansivos.

Para elementos de acero.

- Limpieza con herramientas manuales, aplicación de aire comprimido a la superficie afectada, agua a presión. Uso eventual de castillos o andamios colgantes.

Para la capa de asfalto:

- Atención con parchado si el deterioro por fisura es excesivo en zonas localizadas.
- Colocación de sello si la pérdida de espesor es excesiva.
- Reforzamiento estructural o recapeado.

Si bien es cierto el objetivo es el mismo, este estudio se orienta a las patologías, a diferencia del nuestro que se orienta al estado.

1.1.3 A nivel local

A nivel local es muy escaso los estudios referidos al tema, se tiene el estudio referido a un puente colgante, que si bien es cierto tienen diferentes característica estructurales y funcionales con un puente carrozable, este estudio tiene similar enfoque al nuestro, como se presenta a continuación;

(Tacuche, 2018) en su tesis titulada “Rehabilitación del sistema estructural para optimizar el funcionamiento de los elementos estructurales del puente colgante de madera de Las Pampas” presentado a la Escuela Académica de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, para optar el título de ingeniero civil, establece los siguientes objetivos;

Objetivo general;

- Comprobar si los elementos estructurales del puente colgante de madera de Las Pampas soportan cargas vehiculares livianas.

Objetivos específicos;

- Reducir los efectos que produce la circulación de vehículos livianos en los elementos estructurales del puente colgante de madera de las Pampas.
- Rehabilitar el sistema estructural para optimizar el funcionamiento de los elementos estructurales del puente colgante de madera de las Pampas.

Y también llega a las siguientes conclusiones y recomendaciones;

Conclusiones

- El puente colgante de madera de las Pampas es único de su tipo en la zona, de acuerdo a su tipología constructiva, es un puente colgante con tablero de madera y tensores curvos, que une la localidad de las Pampas con la vía nacional (PE-3N) y otros centros poblados circundantes, siendo indispensable mantenerla operativa para la circulación peatonal, la cual se consigue mediante una rehabilitación del sistema estructural para que responda adecuadamente a las nuevas exigencias de crecimiento, desarrollo y seguridad de la población.
- En el desarrollo de la presente tesis no se contó con el expediente técnico de dicho puente, por lo que se realizó la descripción, medición, inspección visual, levantamiento de los deterioros y las causa de cada uno de los elementos estructurales, recopilando datos suficientes para luego plasmarlo a diferentes programas (CAD, SAP, MATHCAD, etc.) y base a

ello se realizó los cálculos y estudios necesarios para el desarrollo de la tesis.

- Según la asociación Automotriz del Perú, los vehículos se clasifican en menores, livianos y pesados, los vehículos livianos están integradas por automóviles, camionetas, pick up, furgonetas, station wagon, cuyos pesos son menores a 3.5 toneladas, en el estudio de tráfico (ver anexo) realizado in situ, se constató la circulación de vehículos livianos, las mismas que son empleadas para determinar los daños que producen estos en los elementos de madera. Mediante el empleo del programa SAP 2000 (ver ítem 2.6) y la hoja de cálculo MATHCAD se verificó que los elementos estructurales de madera del puente colgante no soportan la circulación de vehículos livianos con 2665 kg de peso, por lo tanto el puente colgante de madera de las Pampas se mantendrá solo como puente peatonal. Por consiguiente se restringe la circulación de vehículos livianos por dicho puente para reducir los efectos que estos producen en los elementos estructurales del puente colgante.

- El análisis del tiempo de vida de un puente colgante es un proceso complejo que requiere identificar las variables (características resistentes, interacción con el terreno, corrosión, carbonatación, sulfatos etc.) que afectan a la durabilidad. En el manual de puentes del MTC clasifica a los puentes según su tiempo de vida en temporales y definitivos, los puentes definitivos tienen un tiempo de vida estimado de 75 años, en la cual se enmarca en presente estudio. Los elementos estructurales del puente colgante de madera de las Pampas presentan un proceso de deterioro debido al paso del tiempo y al exceso de carga generados por la circulación vehículos livianos para lo cual no fueron diseñados. Mediante la rehabilitación, selección y protección adecuada contra los agentes destructores de las mismas, cada uno de estos elementos funcionan de manera óptima, contribuyendo así al incremento del tiempo de vida del puente colgante de madera de las Pampas.

- Los estudios realizados en la presente tesis muestra que el sistema estructural del puente colgante de madera de las Pampas se encuentra en deterioro constante, por lo que se propone la rehabilitación de cada uno de sus elementos.

- El cable principal presenta un 20% de afectación por pérdida de sección a causa de la corrosión por lo que necesita ser remplazado por completo, tal como se indica en el ítem 3.1.1.1.
- En las péndolas se observa un 30% de afectación por pérdida de sección en los nudos y flejes (mordazas) de las péndolas, estas deben ser sustituidas por unos nuevos, tal como se indica en el ítem 3.1.1.2.
- Las torres presentan fisuras de 1 mm a 1.5 mm, estas producen una "rótula plástica", mecanismo de falla que provoca que el concreto de recubrimiento de la base en la zona fisurada pierda capacidad resistente y deje de ser competente, las cuales serán reforzadas con el sistema FRP, es decir, en base a láminas de fibras de carbono junto a un sistema adhesivo epóxico especial y luego proteger las torres con pinturas resistente al sol, tal como se muestra en el ítem 3.1.2.1.
- La cámara de anclaje se encuentra en perfectas condiciones, sin embargo la barra horizontal de acero presenta un 15% de afectación por perdida de sección por corrosión, por lo que tienen que cambiarse por otro nuevo, tal como se indica en el ítem 3.1.2.2.
- La vereda de acceso presenta un 75% de afectación por fisura en la pantalla de la vereda de acceso, estas veredas sirven de relleno para nivelar las vías de acceso al puente, por lo que se debe rehabilitarla en su totalidad.
- Las maderas que conforman la parte superficial del tablero presentan un 75% de afectación por fractura, las maderas que conforman las barandas presentan un 85% de afectación por fractura y los tornillos presentan un 65% de afectación por oxidación, por lo que debe ser remplazada en su totalidad, tal como se muestra en el ítem 3.1.3.1
- Las vigas transversales de madera presentan un 60% de afectación por fractura en las uniones de las péndolas con la viga, además las vigas transversales presenta un 30% de afectación por pérdida de sección en las vigas a causa de los hongos de pudrición y moho acumulado en la viga y los efectos propios del medio ambiente, por lo que debe ser remplazad por otro nuevo, tal como se indica en el ítem 3.1.3.2.
- Las vigas longitudinales de madera presentan un 40% de afectación por pérdida de sección en las vigas a causa de los hongos de pudrición, moho

acumulado por los efectos propios del medio ambiente, por lo que debe ser remplazada por otro nuevo, tal como se menciona en el ítem 3.1.3.3.

Recomendaciones;

- Remplazar los cables estructurales del puente colgante de madera de las Pampas, por cables con alma metálica de 7x7 torones, formando una sección circular de diámetro 1 1/4" de cable.
- Remplazar las péndolas del puente colgante de las Pampas, por péndolas de 5/8", dobladas y soldadas formando un ojo en la parte superior y roscada en la parte inferior.
- Emplear láminas con fibras de carbono junto a un sistema adhesivo epóxico especial para el reforzamiento de la torre.
- Reemplazar el entablado del puente colgante de las Pampas con tablas de 8" x 2" y listones de 2"x2", 2"x3" para la baranda de protección.
- Emplear listones de 4" x 6" para vigas transversales y listones de 3" x 5" para vigas longitudinales, protegidas con solventes orgánicos para preservarla, fungicidas con contenido de cobre y arsénico (CCA) para hongos de pudrición y dos manos de pintura con pigmentos metálicos que sellan la veta de la madera para protegerla del sol.

Pese a que no es un objetivo, este estudio concluye que el puente recibe cargas correspondientes a los de vehículos livianos, pese a que solo fue concebido para ser peatonal, esto está significando que los elementos estén sometidos a esfuerzos mayores para los que fueron diseñados, afectando su periodo de vida, es por ello que también concluye que todos sus elementos como el cable principal, las péndolas, la cámara de anclaje, las vigas transversales, las vigas longitudinales, las madera del tablero y la vereda de acceso presentan diversos porcentajes de afectación que van del 15% al 85%, por lo que concluye que Los elementos estructurales del puente colgante de madera de las Pampas presentan un proceso de deterioro debido al paso del tiempo y al exceso de carga generados por la circulación vehículos livianos para lo cual no fueron diseñados, y recomienda, entre otras cosas que se reemplacen los cables estructurales de mayores dimensiones a las actuales, que se reemplacen las péndolas

también de mayores dimensiones. Como se dijo, nuestro estudio sigue la misma metodología, que es la de analizar elemento por elemento y a partir de ello verificar la condición de cada uno, y a partir de ello hacer propuestas para su mejoramiento a fin de conseguir un mejor funcionamiento de la estructura y su durabilidad en el tiempo.

1.2 Investigación bibliográfica

1.2.1 Conceptos fundamentales

1.2.1.1 Evaluación de puentes

Definición conceptual.

Según la guía para la inspección de puentes (MTC, 2016), se entiende por evaluación de puentes al conjunto de acciones de gabinete y campo, desde recopilación de información (historia del puente, expedientes técnicos del proyecto, planos post construcción, inspecciones previas, etc.), hasta la toma de datos en campo, a fin de conocer el estado del puente en un instante dado. La evaluación de un puente tiene dos objetivos, asegurar el tráfico sin riesgo sobre la estructura, y detectar las deficiencias existentes, recomendando las acciones para corregirlas. Una es inspección de seguridad y la otra para mantenimiento del puente, en este estudio solo se abarcará el segundo objetivo.

Tipos de evaluación de puentes.

Los tipos de evaluación de puentes son;

a) Inspección inicial (de inventario)

b) Inspección rutinaria (periódica)

c) Inspección de daños

d) Inspección especial

Consideraciones en la evaluación de puentes.

El rol del Ingeniero evaluador es el de proveer información amplia y detallada sobre el estado del puente, como resultado de la evaluador, documentando

sus condiciones y deficiencias, alertando sobre los riesgos que sus hallazgos tengan en la seguridad del usuario y la integridad de las estructuras, debiendo estar constantemente alerta para que los pequeños problemas no se conviertan en costosas reparaciones.

Debido a las fuerzas destructivas de la naturaleza, el incremento del tráfico y la presencia de vehículos sobrecargados, las estructuras de los puentes presentan deficiencias o defectos. Los evaluadores deben examinar e informar acerca de esos cambios de condición.

Para conocer la condición real existente y evaluar cada uno de los elementos del puente, es necesario un programa de inspecciones, el cual debe realizarse en forma organizada.

Los antecedentes del puente estarán en un archivo, conteniendo su historial, información estructural, datos estructurales, descripción de la infraestructura y superestructura, información de tránsito, evaluación de cargas e inspecciones anteriores, entre otros aspectos.

Frecuencia de la evaluación de expedientes.

Los puentes en servicio deben ser evaluados, por lo menos, una vez al año, por parte de personal adiestrado específicamente para la identificación y evaluación de daños.

Los componentes sumergidos del puente deben ser inspeccionados cada tres (3) años con personal especializado. La época más recomendable para realizar esta inspección es al término de la temporada de lluvias, cuando la disminución de los niveles de agua facilite el acceso bajo las obras y se observa los indicios de socavación, que es causa principal del colapso del puente.

En casos extraordinarios se deberá disponer de Inspecciones Especiales.

La Inspección será visual y física, existiendo otras técnicas avanzadas (destructivas y no destructivas), para inspección específicas de concreto, acero y madera.

Seguridad del Personal Durante la Inspección.

Generalmente las estructuras de los puentes están a la vista, pero en muchos casos será imposible la observación detallada sin los medios auxiliares de acceso a los distintos puntos de la misma. Dentro de los medios auxiliares que facilitan la aproximación y seguridad del personal de la inspección a las

distintas partes de la estructura se incluyen desde los medios básicos (casco, cinturones de seguridad, escaleras, etc.) hasta los sistemas muy complejos como las pasarelas y canastillas desarrolladas para la inspección de puentes, pasando por sistemas integrados en la propia estructura (agujeros de acceso a pilares huecas, escaleras de acceso y vigas cajón en puentes).

La cara inferior del tablero, es la zona donde suelen concentrarse la mayoría de los problemas y para salvar la dificultad del acceso es necesario contar con medios auxiliares que permitan realizar la auscultación en las máximas condiciones de seguridad para el equipo humano que realiza el trabajo y con la mínima interrupción de la funcionalidad de la vía en la que se encuentra la estructura. Compete al ingeniero evaluador verificar que el personal a su cargo realice su trabajo con las medidas de seguridad y salubridad mínimas exigibles conforme a la normativa vigente.

Procedimientos de evaluación de puentes.

Una inspección bien documentada es esencial para determinar los requerimientos de mantenimiento y dar recomendaciones prácticas, sugiriendo acciones para corregir las deficiencias o impedir el incremento de estos defectos. Inspecciones regulares deben considerarse como una responsabilidad primordial en el mantenimiento.

Además de los defectos que pueda haber, las inspecciones deben buscar las condiciones que puedan indicar posibles problemas futuros.

Cuando se lleve a cabo una inspección en el campo se debe seguir los siguientes pasos:

a.- Acciones previas a los trabajos de campo:

b.- Acciones en el campo propiamente dichas:

Se debe inspeccionar:

- Componentes de Madera
- Componentes de Concreto
- Componentes de Acero
- Componentes Sumergidos
- Tableros
- Juntas

- Apoyo

Variables en la evaluación de puentes. Evaluación de la superestructura (ver foto Nº 1), Evaluación de la subestructura (ver foto Nº 2)**,** Evaluación de los apoyos (ver foto Nº 3)

Foto Nº 1. Superestructura del puente Huallaga

Foto Nº 2. Subestructura del puente Huallaga

Foto Nº 3. Apoyo izquierdo del puente Huallaga

1.2.1.2 Intervención preventiva en puentes

Según (MTC, Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial, 2018) respecto a la intervención preventiva de los puentes se tienen los siguientes componentes;

Limpieza de puentes.- Este trabajo consiste en limpiar partes visibles del puente, tales como: tablero, estribos, pilares, barandas y elementos de drenaje y apoyo, con la finalidad de que las mismas, estén libres de basura, vegetación, materiales diversos, insectos, roedores, murciélagos o aves. Asimismo, se busca que estén libres de letreros o avisos distintos a la señalización de la vía.

Reparación superficial de elementos de concreto.- Este trabajo consiste en la reparación de los elementos de concreto del puente, por deterioros superficiales tales como: fisuras, grietas, desintegración, desgaste, escamaduras, descostramiento o desconchamiento, y otros, con la finalidad de que los mismos continúen cumpliendo la función para la que fueron

diseñados. La definición y características de los trabajos de reparación superficial a realizar, debe ser el resultado de análisis y estudios realizados por profesionales especializados, a fin de evitar que dicho tipo de daños pueda tener implicancias de carácter estructural.

Reparación de superestructura.- Este trabajo consiste en la reparación o reemplazo de elementos deteriorados o colocación o complementación de elementos faltantes, en la superestructura de puentes de madera, con la finalidad de que la misma siga cumpliendo la función estructural para la que fue diseñada. Esta actividad incluye la reparación o reposición parcial o total de barandas, aceras, guardarruedas y otros, así como de los elementos y/o accesorios metálicos (herraje) conformantes de la estructura.

Reparación de infraestructura.- Este trabajo consiste en la reparación o reemplazo de elementos deteriorados o colocación o complementación de elementos faltantes, en la infraestructura de puentes de madera (estribos, pilotes, etc.), con la finalidad de que la misma siga cumpliendo la función estructural para la que fue diseñada. Esta actividad incluye la reparación o reposición parcial o total de los elementos y/o accesorios metálicos (herraje) conformantes de la estructura.

Reparación del acceso al tablero del puente.- Este trabajo consiste en la reparación de los asentamientos que suelen ocurrir en la zona de transición o empalme, entre el terraplén retenido por el muro del estribo y el tablero del puente, con la finalidad de garantizar el normal acceso y salida de los vehículos al puente. Por lo general, estos trabajos se realizan mediante relleno con concreto asfáltico, concreto hidráulico u otro material.

Conservación de barandas.- Este trabajo consiste en la ejecución de limpieza, repintado o reparación de las barandas metálicas, de concreto u otros materiales de los puentes, con la finalidad de que dichos elementos sigan cumpliendo la función para la que fueron diseñadas. Esta actividad comprende el reemplazo parcial o total de las barandas deterioradas o destruidas del puente.

Limpieza de superficie de puentes metálicos.- Este trabajo consiste en la limpieza de la superficie visible de los elementos metálicos del puente, con agua a presión, hasta obtener una superficie limpia, incluye las operaciones de secado o el uso de inhibidores de óxido para superficies de acero. El

objetivo de esta actividad, es posibilitar la inspección de los elementos metálicos, para determinar si se encuentran sanos o presentan óxido, escamas sueltas, suciedad, y otras sustancias extrañas que demanden acciones correctivas, a fin de que los indicados elementos sigan cumpliendo la función estructural para la que fueron diseñados.

Calzadura de la cimentación 1120.1 Descripción Este trabajo consiste en reparar la cimentación del puente, mediante la colocación de concreto estructural por debajo de la zapata, con la finalidad de mantener o recuperar la función estructural de la pila o el estribo del puente, afectados por efectos de socavación. Esta actividad incluye los trabajos de excavación, encofrado, relleno o enrocado de las zonas contiguas a la calzadura, a fin de garantizar el normal funcionamiento del puente. Para la ejecución de este trabajo que lo general se realiza por razones de emergencia, debe efectuarse previo diseño específico.

Reemplazo de juntas de dilatación.- Este trabajo consiste en la remoción de las juntas de dilatación, que se encuentren sueltas o deterioradas, y su reemplazo por una nueva o similar de tipo técnicamente mejorado, con la finalidad de garantizar el buen funcionamiento de la superestructura del puente. Esta actividad incluye el retiro del pavimento o concreto en la zona de las juntas de dilatación.

Reemplazo de dispositivos de apoyo.- Este trabajo consiste en colocar nuevos dispositivos de apoyo para reemplazar los dispositivos de apoyo existentes, con la finalidad de preservar el comportamiento estructural del puente y, de esta manera, evitar que se produzcan daños mayores. Esta actividad comprende, la preparación de la plataforma de trabajo, limpieza y retiro de los apoyos existentes, preparación de la base y colocación de los dispositivos de apoyo nuevos. La definición de condición defectuosa de un dispositivo de apoyo, debe ser determinada por un especialista en estructuras viales, quien efectuará un diseño específico, que entre otros tomará en cuenta el régimen estático de la estructura en caso de que éstas sean continuas, en las cuales se pueden presentar solicitaciones excesivas, durante el trabajo, generadas por desplazamientos diferenciales.

Reparación de concreto con corrosión en el acero de refuerzo .- Este trabajo consiste en la reparación de los elementos de concreto del puente, que

presentan daños por corrosión de la armadura de refuerzo, con la finalidad de preservar el comportamiento estructural de los mismos, y de esta manera, evitar que se produzcan daños mayores. Esta actividad comprende la preparación de la superficie, reemplazo de la armadura corroída, empleo de aditivos puentes de adherencia, fabricación y colocación de concreto hidráulico. Para la ejecución de este trabajo, para cada caso debe efectuarse un diseño específico por un especialista.

Conservación de pernos de alta resistencia.- Este trabajo consiste en el ajuste periódico y/o reemplazo de los pernos u otro tipo de conectores de alta resistencia de los puentes, con la finalidad de preservar el comportamiento estructural de los mismos, y de esta manera, evitar que se produzcan daños mayores. Los pernos y conectores de reemplazo, deben cumplir con las especificaciones de calidad, grado y dimensiones de los planos originales de las estructuras. En general deberán cumplir con las especificaciones DIN, ASTM, SAE u otros equivalentes.

Reparación de estructuras metálicas.- Este trabajo consiste en la reparación de los elementos de las estructuras metálicas de los puentes, mediante la sustitución parcial o total de los elementos deteriorados, adiciones de planchas u otros elementos de acero, con la finalidad de preservar el comportamiento estructural de los mismos, y de esta manera, evitar que se produzcan daños mayores. Esta actividad comprende la preparación de los elementos estructurales nuevos, y el reemplazo de los deteriorados, de conformidad con lo indicado en los códigos de la American Institute of Steel Construction, Uniform Building Code u otros similares.

Conservación de dispositivos de drenaje del tablero del puente.- Este trabajo consiste en limpiar, reparar, alargar o construir nuevos dispositivos de drenaje del tablero del puente, con la finalidad de mantener el adecuado drenaje de las aguas que caigan sobre el tablero del puente.

Conservación de la pintura de puentes metálicos.- Este trabajo consiste en la ejecución de labores de repintado parcial o total de los elementos que constituyen la estructura metálica del puente, con la finalidad de que los mismos se encuentren protegidos de los agentes externos y mantengan sus características de diseño.

1.2.2 Definiciones básicas

Según **(MTC, Guía para la inspección de puentes, 2016)**, se definen las los términos básicos en el tema de evaluación e intervención en puentes de la siguiente manera;

Superestructura.- Conformada por el tablero que soporta directamente las cargas; la estructura portante, conformada por las vigas, armaduras, cables, bóvedas, arcos y los accesorios del tablero como veredas, barandas.

Subestructura. Conformada por; pilares (apoyos centrales); estribos (apoyos externos) que soportan directamente la estructura; y los cimientos, encargados de transmitir los esfuerzos al terreno.

Apoyos. Transmiten las cargas de la superestructura a la subestructura y además permiten la expansión y la rotación de la superestructura.

Viaducto.- Puente, generalmente de varios tramos, en vías rápidas de transito continuo, elevadas o no que cruzan hondonadas y/o cuencas de rio.

Pontón.- Denominación utilizada en el Perú para referirse a puentes de longitud entre 6.00 m y 10.00 m

Obras de arte menores.- Son aquellas obras cuya luz libre es menor que 6.00 m (20 ft)

Longitud del Puente.- Distancia longitudinal entre las juntas de dilatación extremas de la superestructura para puente de un tramo. Para el caso de puente de varios tramos se tomará la longitud entre las juntas de dilatación exteriores de los tramos extremos.

Longitud del Tablero.- Es la longitud medida, en el eje longitudinal del tablero, entre los bordes extremos de la losa del tablero.

Luz del tramo del Puente.- Distancia longitudinal entre los ejes de apoyo de cada tramo que constituye la superestructura de un puente.

Luz Libre.- Distancia longitudinal horizontal, libre de obstáculos, entre los paramentos de las bases del puente.

Luz de Cálculo.- Es la longitud que se utiliza para el cálculo de la estructura y/o elementos estructurales y se mide, generalmente entre centros de apoyo del elemento estructural materia de cálculo.

Calzada del puente.- Es la parte de la superficie del tablero, destinada al tránsito vehicular cuyo ancho se mide en forma perpendicular al Eje

Longitudinal del Puente. Se compone de un cierto número de carriles más las bermas que constituyen el acceso de la carretera al puente.

Carril.- Franja de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

Acera o Vereda.- Parte de una vía urbana o de un puente destinada exclusivamente al tránsito de peatones.

Ancho del puente.- Es el ancho total de la superestructura e incluye, calzadas, aceras, ciclo vías, barreras y/o barandas.

Berma.- Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

Gálibo o altura libre.- Distancia libre entre el fondo de la superestructura del puente y el nivel de aguas máximas del río. En pasos a desnivel sobre un camino, es la distancia vertical entre la menor cota de fondo de las vigas de la superestructura y la cota más alta correspondiente del pavimento del camino sobre el cual cruza. En los puentes metálicos reticulados es la menor distancia entre el fondo de las vigas superiores de arriostre y el correspondiente nivel de la rasante.

Junta.- Separación establecida entre dos partes contiguas de una obra para permitir su expansión o retracción por causas de las temperaturas ambientales.

Junta de Expansión.- Elemento cuyo propósito es permitir las deformaciones longitudinales debidas a cambios de temperatura, o sismos u otras acciones.

Desagües.- Elementos que permiten evacuar las aguas de lluvias que fluyen sobre la calzada y aceras del puente.

Dispositivos de Apoyo.- Son elementos sobre los que se apoya el sistema de vigas o losas del tablero y que permite el traspaso de las cargas de la superestructura a la subestructura. Generalmente son metálicos o de elastómeros.

Cota de Rasante del Puente.- Corresponde a las cotas de pavimento en el eje de la calzada del puente.

Cota de Aguas Máximas.- Es la cota de aguas máximas esperada para el caudal de diseño.

1.3 Hipótesis

1.3.1 Hipótesis general

La evaluación del estado del puente Huallaga km. 000+310 carretera central PE-3N, determina la necesidad de su intervención preventiva inmediata.

1.3.2 Hipótesis específicas

Hipótesis específica Nº 1

La evaluación del estado de la superestructura del puente Huallaga Km. 000+310 carretera central PE-3N, determina la necesidad de su intervención preventiva inmediata.

Hipótesis específica Nº 2

La evaluación del estado de la subestructura del puente Huallaga Km. 000+310 carretera central PE-3N, determina la necesidad de su intervención preventiva inmediata.

Hipótesis específica Nº 3

La evaluación del estado de los apoyos del puente Huallaga Km. 000+310 carretera central PE-3N, determina la necesidad de su intervención preventiva inmediata.

1.4 Variables

1.4.1 Variable independiente

Estado del puente

1.4.2 Variable dependiente

Intervención preventiva del puente

1.4.3 Variables intervinientes

- Tiempo de operación del puente (no será tomado en cuenta en este estudio)

- Frecuencia del mantenimiento (no será tomado en cuenta en este estudio)

- Tráfico diario (se hizo este estudio para el aforo del tráfico que circula por el puente, a efectos de comparación con IMD de diseño)

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Evaluar del estado del puente Huallaga km. 000+310 carretera central PE-3N, a efectos de su intervención preventiva– 2020

1.5.2 Objetivos específicos

Objetivo específico Nº 1

Evaluar el estado de la superestructura del puente Huallaga km. 000+310 carretera central PE-3N, a efectos de su intervención preventiva - 2020

Objetivo específico Nº 2

Evaluar el estado de la subestructura del puente Huallaga km. 000+310 carretera central PE-3N, a efectos de su intervención preventiva - 2020

Objetivo específico Nº 3

Evaluar el estado de los apoyos del puente Huallaga km. 000+310 carretera central PE-3N, a efectos de su intervención preventiva - 2020

1.6 Población

El universo se componen por todos y cada uno de los 2,809 puentes que pertenecen a la red vial nacional del Perú, y la población está constituida por los 160 puentes que componen la red vial nacional del Perú, ubicados en la Región Huánuco.

1.7 Muestra

La selección de la muestra fue hecha por el metodología No probabilística, esto por el alcance del estudio, para ello se eligió como muestra el Puente Huallaga, ubicado sobre el río del mismo nombre, en la carretera central KM. 000+310 ruta PE-3N entre los distritos de Pillcomarca y Amarilis pertenecientes a la Provincia y Región Huánuco, esta elección fue hecha con el considerando de que *" Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación…..*" (Hernández, Fernández, & Baptista, 2013, p. 189)

Foto Nª 4. Vista aérea del puente Huallaga, muestra del estudio, ubicado en el río del mismo nombre entre los distritos de Pillco Marca y Amarilis pertenecientes a la Provincia y Región Huánuco, en la carretera central KM. 000+310 ruta PE-18A.

Foto Nº 5. Invasión de un árbol en la superestructura del puente Huallaga, lo cual grafica el estado actual del puente y motiva el presente estudio

CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Métodos

De acuerdo a la metodología propuesta en el Plan de tesis la principal el método de investigación usada fue el Analítico- Deductivo, Analítico porque se descompuso el sujeto de estudio en sus partes, en sus elementos constitutivos, y Deductivo porque al conocer (a través de la investigación) el estado de los componentes del puente (superestructura, subestructura y apoyos) se deduce la necesidad de intervenir preventivamente.

El método Deductivo utilizado nos permitió llegar a la verificación de la hipótesis general, ya que al conocer el estado de los componentes se conocerá el estado del puente y por ende su necesidad de intervención.

De acuerdo al marco teórico, los componentes del puente se separaron en;

a) Superestructura
b) Subestructura
c) Apoyos

Además cada uno de estos componentes se separó en sus elementos de la siguiente manera;,

a) Superestructura;
    - Superficie de rodadura
    - Vigas
    - Viguetas longitudinales
    - Viguetas transversales
    - Postes
    - Diagonales
    - Cuerdas superiores
    - Cuerdas inferiores
    - Arrostramientos superiores
    - Arrostramientos inferiores
    - Veredas
    - Barandas
    - Desagüe

b) Subestructura

- Estribo
- Cimentación del estribo

c) Apoyos

- Apoyo fijo
- Apoyo móvil

Descompuesto el puente en cada uno de sus elementos, se identificó y numeró a cada uno de ellos, y se procedió al estudio de cada uno de ellos.

2.2 Técnicas

La principal técnica utilizada de acuerdo a los objetivos y metodología trazada, fue la Observación, también se utilizó la técnica de la Encuesta.

La Observación se desarrolló en el estudio de todos y cada uno de los elementos, y la encuesta para obtener datos de los funcionarios relacionados al sector transportes en especial de puentes de la red nacional y de los usuarios del puente. La técnica de observación utilizada fue;

- Directa e indirecta
- Participante
- Estructurada
- De campo
- Individual y de equipo

Directa porque se hizo el estudio directamente en la muestra del estudio e indirecta porque se usaron fuentes secundarias de información como documentos técnicos referidos a la muestra que obran en las instituciones públicas encargadas de la gestión de puentes, en este caso Provías Nacional, unidad zonal de Huánuco.

Participante por que la suscrita realizó participó activamente en la observación y la toma de datos.

Estructurada porque el levantamiento de datos, producto de la observación, fue hecho con un formato especial debidamente estructurado para cada uno de los elementos.

De campo porque la observación y toma de datos de cada elemento fue realizado en el emplazamiento actual en que se encuentran, ningún elemento fue trasladado a otro sitio para su estudio.

Individual y de equipo porque algunas observaciones fueron realizadas por la autora del estudio y otras fueron realizadas con un equipo de personas de apoyo.

2.3 Instrumentos

De acuerdo a la técnica utilizada, explicada en el numeral anterior, se utilizaron equipos de medición y los datos que se obtuvieron fueron registrados en formatos, como se explican a continuación;

a) Equipos de medición.

De acuerdo a la metodología propuesta en el Plan de Tesis, el método y técnica indicado en el presente documento, los instrumentos utilizados para la obtención de datos fueron específicamente equipos mecánicos y electrónicos que nos permitieron conocer el estado de los elementos analizados, como sus dimensiones, longitudinales, seccionales, agrietamiento, corrosión y deformaciones, las que se complementaron con una auscultación mediante métodos topográficos, magnéticos, eléctricos y químicos para determinar corrimientos, posiciones de armadura y acercarse a la determinación del grado de corrosión de las armaduras.

A continuación se mencionan los equipos que fueron utilizados;

Herramientas para Limpieza

- Cepillo de alambre.
- Cinturón de herramientas.
- Pala plana.

Protección personal

- Chalecos reflectantes.
- Casco.
- Botas.
- Gafas.

Herramientas para ayuda visual

- Binoculares.
- Flexómetro de 5 m.
- Wincha de 30 m.
- Plomadas.
- Nivel de carpintero de 1 m.
- Lupas micrométricas.
- Vernier.
- Medidor de grietas óptico.
- Medidor de espesor de pintura.
- Termómetro.
- Crayola o tiza.
- Espejos de inspección.
- Tinte penetrante.
- Endoscopios.

Herramientas para documentación

- Cámaras fotográficas.
- Libreta de campo.
- Video cámara.

Herramientas para acceso

- Escaleras.
- Pasarelas.
- Canastillas.
- Arneses.
- Tilfor.
- Poleas.
- Chalecos salvavidas.
- Correa de seguridad.

Herramientas para misceláneas

- Caja de herramientas (llaves)
- Botiquín de primeros auxilios.

- Radios (walkie-takies)
- Linterna.
- Martillo, pala plana, destornillador, navaja.

Equipo de señalamiento para inspección de calzadas:

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

-

Equipo para la verificación de los niveles del puente

- Teodolito.
- Nivel.
- Mira.

- Winchas.
- Jalones y estacas.
- Libreta de campo.

b) Formatos de campo.

Los datos que se obtuvieron con los equipos descritos, fueron registrados en formatos estructurados previamente, formatos que se presentan a continuación;

Formato Nº 1. DATOS DE LA EVALUACIÓN

1) IDENTIFICACION Y UBICACIÓN			
	Nombre Puente :	Tramo :	
	Tipo Puente :	Dpto. Político :	
	Sobre (*) :	Dpto. Vial :	
	Altitud (msnm) :	Provincia :	
	Latitud (grad, min) :	Distrito :	
	Longitud (grad, min) :	Poblado más Cercano :	
	Ruta :	Kilometraje :	
2) DATOS GENERALES			
	Puente Sobre :	Nombre :	
	Longitud Total (m) :	Numero Vías Tránsito :	
	Ancho Calzada (m) :	Sobrecarga Diseño :	
	Ancho Vereda (m) :	Numero Proyecto :	
	Altura Libre Superior (m) :	Año Construcción :	
	Altura Libre Inferior (m) :	Ultima Inspección (dd/mm/aa) :	
	Tipo Servicio :	Ultimo Trabajo :	
	Tráfico (veh/día) :	% Camiones y Buses :	
	Año :	Alineamiento :	
	Condiciones Ambientales :		
3) TRAMOS			
	Numero Tramos :	Longitud Total :	Longitudes Restantes :
	Tramos :	Longitud Segundo Tramo (m) :	
	Luz Principal (m) :	Longitud Tercer Tramo (m) :	
	TRAMO 1 (Principal)	**TRAMO 2**	
	Categoría/Tipo :	Categoría/Tipo :	
	Características Secundarias :	Características Secundarias :	
	Condición Borde :	Condición Borde :	
	Material Predominante :	Material Predominante :	
4) TABLERO DE RODADURA			
	LOSA	**VIGAS**	
	Material :	Tipo :	
	Espesor (m) :	N° Vigas :	
	Superficie de Desgaste :	Material :	
		Forma :	
		Peralte (m) :	
		Separación entre Ejes :	
5) SUBESTRUCTURA			
	ESTRIBO IZQUIERDO	**ESTRIBO DERECHO**	
	Elevación / Tipo :	Elevación / Tipo :	
	Elevación / Material :	Elevación / Material :	
	Cimentación / Tipo :	Cimentación / Tipo :	
	Cimentación / Material :	Cimentación / Material :	
6) PILARES			
	PILAR 1	**PILAR 2**	**PILAR 3**
	Elevación / Tipo :	Elevación / Tipo :	Elevación / Tipo :
	Elevación / Material :	Elevación / Material :	Elevación / Material :
	Cimentación / Tipo :	Cimentación / Tipo :	Cimentación / Tipo :
	Cimentación / Material :	Cimentación / Material :	Cimentación / Material :

7) MACIZOS/CAMARAS DE ANCLAJE					
	IZQUIERDO		**DERECHO**		
	Elevación / Tipo :		Elevación / Tipo:		
	Elevación / Material :		Elevación / Material :		
	Cimentación / Tipo :		Cimentación / Tipo :		
	Cimentación / Material :		Cimentación / Material :		
8) DETALLES					
	BARANDAS		**VEREDAS Y SARDINELES**		
	Tipo :		Ancho Vereda (m) :		
	Material :		Altura Sardinel (m) :		
			Material :		
	APOYO 1	**APOYO 2**	**APOYO 3**		
	Tipo :	Tipo :	Tipo :		
	Material :	Material :	Material :		
	Ubicación :	Ubicación :	Ubicación :		
	Número :	Número :	Número :		
	JUNTAS DE EXPANSION		**DRENAJE DE CALZADA**		
	Tipo :		Tipo :		
	Material :		Material :		
9) ACCESOS					
	ACCESO IZQUIERDO		**ACCESO DERECHO**		
	Longitud Transición (m) :		Longitud Transición (m) :		
	Alineamiento :		Alineamiento :		
	Ancho de Calzada (m) :		Ancho de Calzada (m) :		
	Ancho Total Bermas (m) :		Ancho Total Bermas (m) :		
	Pendiente Alta :		Pendiente Alta :		
	Visibilidad :		Visibilidad :		
10) SEGURIDAD VIAL					
	ACCESO IZQUIERDO		**ACCESO DERECHO**		
	Señal Informativa :		Señal Informativa:		
	Señal Preventiva :		Señal Preventiva:		
	Señal Reglamentaria :		Señal Reglamentaria :		
	Señal Horizontal :		Señal Horizontal:		
11) SOBRECARGA					
	Carga de Diseño :		Cara Máxima Actual :		
	Sobreesfuerzo :		Señalización de Carga :		
12) RUTA ALTERNA					
	Tipo Otras Rutas :				
	VADO		**PUENTE PARALELO**		
	Distancia de Puente (Km) :		Posibilidad de Construir :		
	Período de Funcionamiento (meses) :		Longitud Total (m) :		
	Profundidad de Aguas Mínimas (m) :		Subestructura :		
	Naturaleza del Suelo :		Tipo :		
	Variante Existe :				
	Necesidad de Construirlo :				
13) CONDICION DEL SECTOR DE LA CARRETERA					
	Condición de la Carretera :				
14) SUELO DE CIMENTACION					
		ESTRIBO IZQ.	**ESTRIBO DER.**	**PILAR 1**	**PILAR 2**	**PILAR 3**
	Material :					
	Comentarios :					

Formato Nº 2 CONDICION GLOBAL DEL PUENTE

Nombre del puente: ____

Progresiva: ____

Tipo de puente: ____

Año de construcción: ____

Provincia: ____

Sobrecarga: ____

Longitud total: ____

Ancho de calzada: ____

CONDICION DE LOS ELEMENTOS INSPECCIONADOS										
NRO.	DESCRIPCION	METRADO	UND	CALIFICACION						OBSERVACIONES
				0	1	2	3	4	5	

COMENTARIOS :...

....

....

....

....

....

....

CALIFICACION
MUY BUENO : **0**
BUENO: **1**
REGULAR : **2**
MALO: **3**
MUY MALO : **4**
PÉSIMO: **5**

FECHA INSPECCION : ..../......./............

INSPECTOR : ....

FIRMA

CAPÍTULO III. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Memoria descriptiva

El puente Huallaga se ubica en el Km 000+452 de la carretera Huánuco – Tingo María – Ruta Nacional PE 18A, en el distrito de Amarilis, Provincia de Huánuco, departamento de Huánuco.

Se ubica sobre el río Huallaga, es de tipo reticulado, cuenta con una longitud de 80.80m y presenta un ancho de calzada de 7.2m, con veredas de concreto de 0.60m de ancho y barandas metálicas con pasamanos de 0.93m de altura aguas arriba y aguas abajo.

La superestructura se compone de un puente reticulado. La superficie de rodadura es una carpeta asfáltica sobre losa de concreto armado.

La subestructura cuenta con 02 estribos tipo cantiléver de concreto armado y sin señales informativas en ambos márgenes.

Nombre del Puente	Huallaga	Tramo Carretera:	Huánuco –Tingo María
Tipo Puente :	Reticulado	Dpto. Político:	Huánuco
Sobre (*) :	Río	Dpto. Vial :	Huánuco
Altitud (msnm) :	1913 msnm	Provincia :	Huánuco
Longitud total (m) :	80.80	Distrito :	Amarilis
Ancho de calzada (m) :	7.20	Poblado Cercano:	Ciudad de Huánuco
Ruta :	PE – 18A	Kilometraje :	000+452

3.2 Evaluación del puente

De acuerdo a los objetivos del estudio, para hallar la condición global del puente se utilizó la metodología del SCAP, que mediante una evaluación de cada elemento del puente, se le otorga porcentajes dentro de 6 parámetros (del 0 al 5) en función al grado de deterioro o severidad de daños en porcentaje que resulten de la inspección, para nuestro caso se han tomado 13 elementos representativos de la superestructura, estructura, apoyos y otros, que se indican en el siguiente cuadro;

Ítem	Elemento	Código
a	Losa de concreto armado (Refuerzo longitudinal)	101
b	Arriostres de Acero	162
c	Bridas superior e inferior, Montantes y Diagonales de Acero	160
d	Vigas Transversales y Largueros de Acero	161
e	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	202
f	Capa Asfalto	301
g	Vereda Concreto	311
h	Apoyo fijo Neopreno	321
i	Planchas Deslizantes	341
j	Barandas de Acero	353
k	Tuberías PVC	372
l	Márgenes del río	401
m	Visibilidad	530

a. LOSA DE CONCRETO ARMADO (REFUERZO LONGITUDINAL) (101)

Este elemento se encuentra en regular estado, actualmente no se observan daños estructurales, el concreto no presenta daños superficiales en la cara inferior.

Condición

0 Elemento en buen estado de conservación.

Se califica en un 0% esta condición

1 Puede haber decoloración, eflorescencia y otros efectos del intemperismo y abrasión superficial. Puede haber disgregación de o desprendimiento no mayor de 6mm de profundidad. Puede haber fisuración menor de 1. 5mm de separación.

Se califica en un 90% esta condición

2 Puede haber rajaduras menores de 3mm de separación. Puede haber disgregación del mortero o desprendimiento no mayores 12mm de profundidad del concreto, *sin exposición de las armaduras o evidencia de corrosión de ellas mismas.*

Se califica en un 10% esta condición

3 *Puede haber rajaduras menores de 5mm de separación. Puede haber alguna delaminación y/o desprendimiento del concreto no mayores de 20mm de profundidad, con exposición de las armaduras. Puede haber corrosión en las armaduras, pero con pérdidas de sección menores a 10% y que no afectan significativamente la capacidad de resistencia y/o servicio del elemento*

Se califica en un 0% esta condición

4 *Puede haber rajaduras mayores de 5mm de separación. Avanzado estado de deterioro del concreto y/o desprendimientos del concreto mayores de 20mm de profundidad, con exposición de las armaduras. Corrosión severa de las armaduras con pérdida significativa de sección de acero*, *mayores a 10%*, *como para exigir un análisis estructural para verificar la capacidad de resistencia y/o del servicio del elemento.*

Se califica en un 0% esta condición

5 *En pésimo estado*

Se califica en un 0% esta condición

Foto Nº 6. Foto de la parte inferior de la losa, se notan manchas y hongos

b. ARRIOSTRES DE ACERO (162)

En estas estructuras es la pintura en general que se encuentra en mal estado, presenta decoloración y desprendimiento por pérdida de la debida adherencia entre las capas. En algunas partes también se puede observar la presencia de óxidos pero sin pérdida de sección. No se advirtieron daños por impacto.

Condición

0 Elemento en buen estado de conservación.

Se califica en un 0% esta condición

1 Pintura en mal estado y oxidación superficial, *sin corrosión.*

Se califica en un 80% esta condición

2 Corrosión superficial y se han formado o están por formarse picaduras superficiales. Rajaduras no asociadas a un esfuerzo principal. Deterioro por impacto, *sin afectar la capacidad portante del elemento*

Se califica en un 20% esta condición

3 Hay una pérdida de sección perceptible, no mayor de 10%, debido a corrosión por picaduras profundas y laminación de acero, pero en áreas delimitadas. Presencia de rajaduras debido a sobreesfuerzo. Deterioro por impacto con efecto limitado. Omisión de conexiones con mayor de 10%. Soldadura defectuosa, no mayor del 10%. No requieren una verificación estructural de su capacidad portante.

Se califica en un 0% esta condición

4 La corrosión por picaduras y laminación es avanzada, cubriendo áreas extensas, con pérdida de sección mayor del 10%. Rajaduras asociadas a fenómenos de fatiga de material. Distorsión general, producida por pandeo del elemento. Deterioro por impacto, afectándola capacidad portante del elemento. Omisiones de conexiones, mayor del 10%. Soldadura defectuosa, mayor del 10%. Pandeo de elemento, con una deflexión lateral perceptible a simple vista. Se requiere a una verificación estructural de la capacidad portante de tanto el elemento como del puente en su integridad.

Se califica en un 0% esta condición

5 En pésimo estado

Se califica en un 0% esta condición

Foto Nª 7. Foto de los arriostres de acero del puente, se nota una decoloración de la pintura, presencia de hongos y ramas de un árbol cercano

c. BRIDAS SUPERIOR E INFERIOR, MONTANTES Y DIAGONALES DE ACERO (160)

Al igual que los elementos del ítem anterior estos elementos presentan decoloración y desprendimiento de la pintura por pérdida de adherencia entre las capas, también se pudo observar que algunos de estos elementos presentan oxidación superficial sin pérdida de sección y en las bridas inferiores se nota la acumulación de desperdicios.

Condición

0 Elemento en buen estado de conservación.

Se califica en un 0% esta condición

1 Pintura en mal estado y oxidación superficial, sin corrosión.

Se califica en un 80% esta condición

2 Corrosión superficial y se han formado o están por formarse picaduras superficiales. Rajaduras no asociadas a un esfuerzo principal. Deterioro por impacto, sin afectar la capacidad portante del elemento

Se califica en un 20% esta condición

3 Hay una pérdida de sección perceptible, no mayor del 10%, debido a corrosión por picaduras profundas y laminación de acero, pero en áreas

delimitadas. Presencia de rajaduras asociadas a fenómenos de fatiga de material. Deterioro por impacto con efecto limitado. Omisión de conexiones no mayor del 10%. Soldadura defectuosa no mayor del 10%. No requieren una verificación estructural de su capacidad pórtate.

Se califica en un 0% esta condición

4 La corrosión por picaduras y laminación es avanzada, cubriendo áreas extensas, con pérdida de sección mayor del 10%. Distorsión del elemento, por impacto de vehículos afectados su capacidad importante. Omisiones de conexiones o accesorios, mayor de 10%

Se califica en un 0% esta condición

5 En pésimo estado

Se califica en un 0% esta condición

Foto Nª 8. Foto donde se aprecian los diagonales y montantes, se puede notar la pérdida del recubrimiento de la pintura en casi todos los elementos

Foto Nº 9. Foto donde se puede observar la presencia de basura en la brida inferior del puente, los vecinos de la zona arrojan al rio sus desechos

D. VIGAS TRANSVERSALES Y LARGUEROS DE ACERO (161)

Casi todas las vigas de la parte inferior transversales no tienen la pintura correspondiente, aunque hay que decir que no presentan daño alguno pero si algunas imperfecciones en su superficie sin notarse alguna oxidación de sus partes.

Condición

0 Elemento en buen estado de conservación.

Se califica en un 0% esta condición

1 Pintura en mal estado y oxidación superficial, sin corrosión.

Se califica en un 85% esta condición

2 Corrosión superficial y se han formado o están por formarse picaduras superficiales. Rajaduras no asociadas a un esfuerzo principal. Deterioro por impacto, sin afectar la capacidad portante del elemento

Se califica en un 15% esta condición

3 Hay una pérdida de sección perceptible, no mayor de 10%, debido a corrosión por perforaciones y picaduras profundas, pero en áreas limitadas. Presencia de rajaduras debido a sobreesfuerzo. Distorsión limitada del elemento. Deterioro por impacto con efecto limitado. Omisión de conexiones

no mayor del 10%. Soldadura defectuosa no mayor del 10%. No requiere una verificación estructural de su capacidad porta

Se califica en un 0% esta condición

4 La corrosión por picaduras y laminación es avanzada, cubriendo áreas extensas, con pérdida de sección mayor del 10%. Rajaduras asociadas a fenómenos de fatiga de material. Distorsión general, producida por pandeo del elemento. Deterioro por impacto, afectando la capacidad portante del elemento. Omisiones de conexiones, mayor del 10%. Soldadura defectuosa, mayor del 10%. Se requiere una verificación estructural de la capacidad portante de tanto el elemento como del puente en su integridad

Se califica en un 0% esta condición

5 En pésimo estado

Se califica en un 0% esta condición

Foto Nº 10. Foto donde se muestra la condición de las vigas transversales, están descoloridas con algunas partes oxidadas superficialmente sin embargo no se observan deformaciones en sus elementos

E. ELEVACIÓN CUERPO DEL ESTRIBO DE CONCRETO ARMADO (202)

Los estribos derecho e izquierdo están en similares condiciones, en ambos se notan filtraciones de agua en sus juntas lo que ha generado la presencia de humedad con las características manchas y moho vegetal, de la inspección

no puede decirse que tengan daños estructurales que afecten su estabilidad y resistencia también se observó en la inmediaciones la presencia de vegetación y desechos de basura.

Condición

0 Elemento en buen estado de conservación.

Se califica en un 0% esta condición

1 Puede haber decoloración, eflorescencia y otros efectos de la intemperie y abrasión superficial. Puede haber disgregación o desprendimiento, no mayor de 12mm de profundidad. Puede haber fisuración menor de 1. 5mm.

Se califica en un 85% esta condición

2 Puede haber rajaduras menores de 3mm de separación. Puede haber disgregación del mortero o desprendimientos no mayores de 25mm de profundidad del concreto, sin exposición de las armaduras o evidencia de corrosión de las mismas.

Se califica en un 15% esta condición

3 Puede haber rajaduras menores de 5mm de separación. Puede haber alguna delaminación y/o desprendimientos del concreto no mayores de 40mm de profundidad, con exposición de las armaduras. Puede haber corrosión en las armaduras, pero con pérdidas de sección menores de 10%, y que no afectan significativamente la capacidad resistente y/o de servicio del elemento. Ligero desplome o asentamientos sin afectar las condiciones de tránsito en calzada del puente.

Se califica en un 0% esta condición

4 Puede haber rajaduras mayores de 5mm de separación. Avanzado estado de deterioro de concreto y/o desprendimientos de concreto mayores de 40mm de profundidad con exposición de las armaduras. Corrosión severa de las armaduras con pérdida significativa de sección de acero mayores a10%, como para exigir un análisis estructural para verificar la capacidad resistente y/o de servicio del elemento. Desplomes, asentamientos o desplazamiento lateral que afectan la condiciones de tránsito en la calzada del puente.

Se califica en un 0% esta condición

5 En pésimo estado

Se califica en un 0% esta condición

Foto Nº 11. Foto del estribo derecho, podemos observar algunas filtraciones, manchas de moho y la acumulación de basura

f. CAPA ASFALTO (301)

La carpeta asfáltica está en muy mal estado, en muchas partes a desaparecido lo cual ha expuesto a la losa y está sirviendo como superficie de rodadura, en otras partes presenta fisuras, desgaste y descascaramiento, así como también desprendimiento.

Condición

0 Elemento en buen estado de conservación.

Se califica en un 0% esta condición

1 Fisuraciones menores. desgaste superficial del material sellante.

Se califica en un 0% esta condición

2 Rajaduras menores (de borde, en las juntas de asfaltado, y por propagación de rajadura de la losa, de encogimiento de fragua). desgaste superficial con exposición de los agregados.

Se califica en un 0% esta condición

3 Rajaduras mayores (por resecamiento del asfalto, por deflexión excesiva del tablero o por desprendimiento de la capa de asfalto). desintegración de la capa de asfalto en pequeños fragmentos sueltos, en forma de huecos en el asfaltado o por pérdida o disgregación de las partículas de piedra. distorsión de la superficie como acanaladuras, depresiones y corrugaciones.

Se califica en un 100% esta condición

4 En mal estado.

Se califica en un 0% esta condición

5 En pésimo estado.

Se califica en un 0% esta condición

Foto Nº 12. En esta foto se puede observar el mal estado en que se encuentra la carpeta de asfalto, tiene fisuras y desprendimientos

g. VEREDA CONCRETO (311)

En ambos lados del puente y en casi toda la longitud de éste, las veredas de concreto se encuentran en muy mal estado, existe un marcado desgaste y ha sufrido colisión de las llantas de los vehículos lo que ha significado el desprendimiento de algunos ángulos, se observa además que ha desaparecido la pintura de borde.

Condición

0 Elemento en buen estado de conservación.

Se califica en un 0% esta condición

1 Puede haber decoloración, eflorescencia y otros efectos de la intemperie y abrasión superficial, puede haber disgregación y desprendimiento no mayor de 6 mm de profundidad, puede haber fisuración menos de 1.5 mm de separación.

Se califica en un 0% esta condición

2 Puede haber rajaduras de menos de 3mm de separación, disgregación del mortero o desprendimientos no mayores de 12 mm de profundidad sin exposición de las armaduras o evidencia de corrosión de las mismas.

Se califica en un 0% esta condición

3 Puede haber rajaduras menores de 5mm de separación. puede haber alguna delaminación y/o desprendimientos del concreto no mayores de 20 mm de profundidad, con exposición de armaduras. puede haber corrosión en las armaduras, pero con pérdidas de sección menores a 10 %, y que no afectan significativamente la capacidad resistente y/o servicio del elemento.

Se califica en un 90% esta condición

4 Puede haber rajaduras mayores de 5 mm de separación. avanzado estado de deterioro del concreto y/o desprendimientos del concreto mayores de 20 mm de profundidad, con exposición de las armaduras. corrosión severa de las armaduras con pérdida significativa de sección de acero, mayores a 10%, como para exigir un análisis estructural para verificar la capacidad resistente y/o de servicio del elemento

Se califica en un 10% esta condición

5 En pésimo estado.

Se califica en un 0% esta condición

Foto Nº 13. En esta foto se aprecia el mal estado de las veredas del puente Huallaga

h. APOYO FIJO NEOPRENO (321)

Se ha observado que los apoyos en ambos lados se encuentran en regular estado, aunque debe indicarse que se ha encontrado cierto desnivel en éstos.

Condición

0 Elemento en buen estado de conservación.

Se califica en un 0% esta condición

1 El dispositivo de apoyo muestra mínimo deterioro. No se observan abultamientos laterales del neopreno. puede haber oxidación superficial en las planchas de acero

Se califica en un 0% esta condición

2 Abultamiento lateral (bulging) del neopreno, dentro de los límites tolerables. desplazamiento por corte ligeramente en exceso. Puede haber corrosión incipiente en las planchas de acero. Indicio de cristalización del neopreno.

Se califica en un 85% esta condición

3 Abultamiento lateral excesivo (bulging) del neopreno, fuera de los límites tolerables. Desplazamientos por corte excesivo. Corrosión avanzada de las planchas de acero. se observa cristalización del neopreno. Puede haberse movido el apoyo, fuera de su posición. Puede haberse desprendido las planchas de acero del neopreno.

Se califica en un 15% esta condición

4 En mal estado.

Se califica en un 0% esta condición

5 En pésimo estado.

Se califica en un 0% esta condición

Foto Nª 14. Vista de los dispositivos del apoyo del margen izquierdo, puede notarse que se encuentran en regular estado, aunque se nota un pequeño abultamiento

i. JUNTAS DE EXPANSIÓN TIPO PLANCHAS DESLIZANTES (341)

Las planchas deslizantes de las juntas de dilatación de los apoyos de la parte derecha e izquierda se encuentran en regular estado.

Condición

0 El elemento no presenta deterioro.

Se califica en un 0% esta condición

1 Pintura en mal estado, y oxidación superficial, sin corrosión. Desperdicios acumulados en la junta, sin obstruir su normal funcionamiento, incluyendo vaciado de revestimiento en la separación de la junta.

Se califica en un 0% esta condición

2 Corrosión con picaduras aislados, longitud no mayor del 10%. Desperdicios acumulados en la junta, dificultan su normal funcionamiento. Puede haberse soltado la soldadura de las planchas, en una longitud menor a 10%. Filtración o escurrimiento mínimo de agua de bajo de la junta sin provocar daños a la losa.

Se califica en un 70% esta condición

3 Corrosión avanzada, por picaduras y laminación, longitud mayor del 10% Desperdicios acumulados, incluyendo partículas de corrosión, que traban el normal funcionamiento de la junta. Soldadura defectuosa entre planchas, en

una longitud mayor del 10%. Puede haber rajaduras en el concreto, con indicios de falla en los anclajes de los ángulos de refuerzo.

Filtración o escurrimiento de agua debajo de la junta, provocando daños a la losa.

Se califica en un 30% esta condición

4 En mal estado

Se califica en un 0% esta condición

5 En pésimo estado.

Se califica en un 0% esta condición

Foto Nº 15. Foto de la junta de dilatación en el margen derecho, puede verse que está en regular estado

j. BARANDAS DE ACERO (353)

El puente tiene barandas metálicas (de perfil) que están adosadas a la estructura del puente , éstas están en mal estado, presentan desprendimiento de la pintura, oxido y deformación por impacto.

Condición

0 Elemento en buen estado de conservación.

Se califica en un 0% esta condición

1 Corrosión superficial y se han formado o están por formarse picaduras superficiales. Rajaduras no asociadas a un esfuerzo principal.

Se califica en un 0% esta condición

2 Hay una pérdida de sección perceptible, no mayor de 10%, debido a corrosión por picaduras profundas y laminación del acero, pero en áreas delimitadas. Presencia de rajaduras debido a sobreesfuerzo. Deterioro por impacto, sin afectar la capacidad portante del elemento. Omisión de conexiones no mayor del 10%. soldadura defectuosa no mayor del 1.

Se califica en un 0% esta condición

3 La corrosión por picaduras y laminación es avanzada, cubriendo áreas extensas, con pérdida de sección mayor del 10%. Rajaduras asociadas a fenómenos de fatiga del material. Deterioro por impacto, afectando la capacidad portante del elemento. Omisiones de conexiones, mayor del 10%. soldadura defectuosa, mayor del 1.

Se califica en un 100% esta condición

4 En mal estado

Se califica en un 0% esta condición

5 En pésimo estado.

Se califica en un 0% esta condición

Foto Nº 16. Vista de las barandas descoloridas y con deformaciones producto de impactos

k. DRENAJE TUBERÍAS PVC (372)

De las 10 tuberías de drenaje que se encontraron solo 4 están liberando las aguas superficiales, la otras se encuentran obstruidas por la acumulación de desechos y tierra seca.

Condición

0 Elemento en buen estado de conservación.

Se califica en un 0% esta condición

1 Muy pocos tubos están rotos y/o cortos y/o no cumplen la longitud.

Se califica en un 90% esta condición

2 Algunos tubos están rotos y/o cortos y/o no cumplen la longitud.

Se califica en un 10% esta condición

3 Muchos tubos están rotos y/o cortos y/o no cumplen la longitud.

Se califica en un 0% esta condición

4 En mal estado.

Se califica en un 0% esta condición

5 En pésimo estado

Se califica en un 0% esta condición

Foto Nº 17. Foto de las tuberías de desagüe, puede notarse que están obstruidas por la presencia de desechos y tierra

I. MÁRGENES DEL RÍO (401)

Respecto a las márgenes del río debe decirse que tanto aguas arriba como aguas abajo se encuentran totalmente definidas.

Condición

0 Elemento en buen estado de conservación.

Se califica en un 0% esta condición

1 Inundación de los márgenes en aguas extraordinarias, sin producir deteriores en los taludes de las riberas. márgenes con taludes relativamente, bien definidas y alineadas.

Se califica en un 100% esta condición

2 Inundación de los márgenes, estacionalmente, en aguas máximas. pueden producirse derrumbes en sectores de los márgenes. pueden provocar algunos desprendimientos en los rellenos de los estribos. taludes de los márgenes con algunas curvas y desalineamientos.

Se califica en un 0% esta condición

3 Desbordes estacionales del río en aguas máximas, inundando los márgenes y pasando detrás de los estribos. derrumbes de taludes generalizados. deterioro o erosión severa en los rellenos de los estribos, con descubrimiento de la cimentación de los estribos. taludes de los márgenes con curvas cerradas o desalineamientos

Se califica en un 0% esta condición

4 En mal estado.

Se califica en un 0% esta condición

5 En pésimo estado.

Se califica en un 0% esta condición

Foto Nº 18. Se puede notar que ambos márgenes tanto aguas arriba como aguas abajo se encuentran totalmente definidos

m. VISIBILIDAD (530)

Actualmente la visibilidad desde la estructura es regular, como se dijo anteriormente, la estructura en general se encuentra con falta de mantenimiento lo que hace que la visibilidad no sea la óptima.

Condición

0 Elemento en buen estado de conservación.

Se califica en un 0% esta condición

1 Desde el puente hay buena visibilidad

Se califica en un 0% esta condición

2 Desde el puente hay regular visibilidad

Se califica en un 80% esta condición

3 Desde el puente es preocupante la visibilidad.

Se califica en un 20% esta condición

4 Desde el puente hay mala visibilidad.

Se califica en un 0% esta condición

5 Desde el puente hay pésima visibilidad.

Se califica en un 0% esta condición

Foto Nº 19. La visibilidad desde el puente es regular, los arboles lo disminuyen.

3.3 Formatos de evaluación

TESIS: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL PUENTE HUALLAGA
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura UNHEVAL

FORMATO 1 - DATOS DE LA INSPECCIÓN — HOJA 1/ 5

SECCIÓN (A): IDENTIFICACION Y UBICACIÓN

Departamento Político	:	Huánuco	Altitud	:	1913.00 msnm	Nombre Puente	: Huallaga
Provincia	:	Huánuco	Latitud	:	9 56' 57.36" S	Codigo de Ruta	: PE - 18A
Distrito	:	Amarilis-Pillcomarc	Longitud	:	76 14' 49.27" W	Tipo de Ruta	: Nacional
C. Poblado más cercano	:	Paucarbamba	Km real	:	000 + 452	Codigo de Puente	:
Tramo	:	Huánuco-Tingo M.	Km campc	:	000 + 452	Zonal	: Huánuco

SECCIÓN (B): DATOS GENERALES

Tipo de Estructura [1]	:	Puente vehicular	Tipo de puente	:	Reticulado
Finalidad [2]	:	Cruce de río	Sobrecarga Diseño	:	Sin infomación
	:		Año Construcción	:	1978
	:		Ultima Inspección	:	15/11/19 dd/mm /aa
Longitud Total	:	80.80 m	Ultimo Trabajo	:	2/06/20
Ancho Calzada	:	7.20 m	Tipo Servicio [4]	:	Irrestricto
Ancho Vereda	:	0.60 m	Flujo Trafico	:	2,125 veh/día
Altura Libre Superior	:	5.88 m	Año	:	2020
Altura Libre Inferior	:	NA	% Camiones y Buses	:	18.37%
Num. Vias de Transito	:	2	Cond. Ambientales [5]	:	Moderado
Alineamiento [3]	:	Recto Angl. No Aplica			

SECCIÓN (C): TRAMOS

Número de tramos	:	1	Longitud 2º Tramo	:	No Aplic.
Tramos [6]	:	Único	Longitud 3º Tramo	:	No Aplic.
Longitud Total	:	80.80 m	Longitud 4º Tramo	:	No Aplic.
Luz Prinp./ Long. 1° Tramo	:	80.80 m	Longitud 5º Tramo	:	No Aplic.

C1.A.- TRAMO 1 (PRINCIPAL)			C2.A. TRAMO 2 Y 3		
Categoria [7]	:	Definitivo	Categoria [7]	:	
Tipo [7]	:	Reticulado	Tipo [7]	:	
Caracteristicas Secundarias	:		Caracteristicas Secundarias	:	
Condición de Borde [8]	:	Simple	Condición de Borde [8]	:	
Material Predominante [9]	:	Acero Estructural	Material Predominante [9]	:	

Tipo (1)	- Puente Vehicular - Paso a Desnivel - Viaducto paso Inferior	- Viaducto paso Superior - Intercambio Vial - Puente Peatonal	**Finalidad (2)**	- Cruce con Vía Principal - Cruce con Vía Secundaria - Cruce de río	- Cruce de Quebrada - Cruce de Canal Revestido - Cruce de Quebrada
Alineamiento (3)	- Recto - Curvo - Esviado		**Tipo de Servicio (4)**	- Irrestricto - Solo Automóviles - Solo Camiones	- Camiones hasta cierta carga - Fuera de servicio
Condiciones Ambientales (5)	- Severo - Moderado - Benigno		**Tramo (6)**	- Único - Iguales - Desiguales	

	Definitivo	**Provisional**	**Alcantarilla**	**Artesanales**
Categoria / Tipología (7)	- Losa - Losa con Vigas - Pórtico - Arco - Reticulado - Colgante - Atirantado - Otros (especificar)	- Bailey - Acrow - Mabey - Hartzone - Otros (especificar)	- Marco - Circular/Ovalda - Arco - Portico - Otros (especificar)	- Vigas de troncos de arboles - Arcos/Pórticos de Mamposteria de Piedra - Arco de Concreto Simple - Losa de concreto reforzada con rieles de FFCC - Otros (especificar)

Condicion de Borde (8)	- Simple Apoyado - Continuo - Viga Gerber - Pórtico Sencillo	- Pórtico Múltiple - Voladizos suces. - Colgante - Atirantada	**Material Predominante Tramo (9)**	- Concreto Armado - Concreto Preesforzado - Acero Estructural - Planchas de Acero corrugado	- Cables de Acero - Madera - Otros

Cuadro Nº 1. Datos de Inspección 1, Fuente: Elaboración propia

FORMATO 1 - DATOS DE LA INSPECCIÓN | HOJA 2/ 5

IV.- SUPERESTRUCTURA					
IV.A- LOSA/TABLERO			**IV.B- VIGA LONGITUDINAL**		
Material [9]	:	Concreto Armado	Tipo [11]	:	Longitudinal
Espesor Losa Superior	:	0.20 cm	Nº Vigas	:	2
Sección de losa superior			Material [12]	:	Metálico
Espesor Losa Inferior	:	0.05 cm	Forma [13]	:	Reticulada
Superficie de Desgaste [10]	:	Asafalto	Peralte	:	6.90 m
Espesor de Superficie de desgaste:		0.05 cm	Separación/Ejes	:	8.84 m Ancho Base : 0.57 m
V.- SUBESTRUCTURA					
V.A- ESTRIBO IZQUIERDO			**V.B- ESTRIBO DERECHO**		
ELEVACION			**ELEVACION**		
Tipo [14]	:	Cantilever	Tipo [14]	:	Cantilever
Material [15]	:	Concreto Armado	Material [15]	:	Concreto Armado
CIMENTACION			**CIMENTACION**		
Tipo [16]	:	Zapata	Tipo [16]	:	Zapata
Material [17]	:	Concreto Armado	Material [17]	:	Concreto Armado

VI.- PILARES								
IV.A- PILAR 1			**IV.B- PILAR 2**			**IV.C- PILAR 3**		
ELEVACION			**ELEVACION**			**ELEVACION**		
Tipo [18]	:		Tipo [18]	:		Tipo [18]	:	
Material [19]	:		Material [19]	:		Material [19]	:	
CIMENTACION			**CIMENTACION**			**CIMENTACION**		
Tipo [20]	:		Tipo [20]	:		Tipo [20]	:	
Material [21]	:		Material [21]	:		Material [21]	:	

SUPERESTRUCTURA

Material Losa (9)	- Concreto armado - Concreto preesforzado - Plancha metálica corrugada - Madera - Panel de Piso -Otros	**Superficie de Desgaste (10)**	- Asfalto - Concreto (vaciado con losa) - Concreto pobre - Metálica - Expóxico Antideslizante , -Otros		
Tipo Viga (11)	- No aplicable - Viga longitudinal - Viga Transversal - Otros	**Material Viga (12)**	- Concreto armado - Concreto preesforzado - Metálica - Madera - Otros	**Forma Viga (13)**	- Rectangular - I - Cajón - Reticulada

SUBESTRUCTURA

Tipo Elevacion (14)	- Gravedad - Cantilever - Portico - Cajón - Otros	**Material Elevación (15)**	- Concreto Simple - Concreto armado - Mamposteria de piedra - Madera	**Tipo Cimentación (16)**	- Zapata - Caisson - Pilotes - Otros	**Material Cimentación (17)**	- Concreto Simple - Concreto armado - Acero - Madera - Otros

PILARES

Tipo Elevacion (18)	- Columna Capitel - Columna Tarjeta - Portico - Otros	**Material Elevación (19)**	- Concreto Simple - Concreto armado - Acero - Madera - Otros	**Tipo Cimentación (20)**	- Zapata - Caisson - Pilotes - Otros	**Material Cimentación (21)**	- Concreto Simple - Concreto armado - Acero - Madera

Cuadro Nº 2. Datos de inspección 2, Fuente: Elaboración propia

FORMATO 1 - DATOS DE LA INSPECCIÓN | **HOJA 3/ 5**

VII.- MACIZOS / CAMARAS DE ANCLAJE					
VII.A- MACIZO IZQUIERDO			**VII.B- MACIZO DERECHO**		
ELEVACION			**ELEVACION**		
Tipo [22]	:		Tipo [22]	:	
Material [23]	:		Material [23]	:	
CIMENTACION			**CIMENTACION**		
Tipo [24]	:		Tipo [24]	:	
Material [25]	:		Material [25]	:	
VIII.- DETALLES					
VIII.A- BARANDAS			**VIII.B- VEREDAS Y SARDINELES**		
Tipo [26]	:	Postes y pasamanos	Ancho de Veredas	:	0.60 m
Material [27]	:	Acero	Altura de parapeto.	:	0.15 m
			Material [28]	:	Concreo

VIII.C.- APOYOS								
APOYO 1			**APOYO 2**			**APOYO 3**		
Tipo [29]	:	Deslizante	Tipo [29]	:	Articulado	Tipo [29]	:	
Material [30]	:	Elastómetro	Material [30]	:	Eslastómetro	Material [30]	:	
Ubicación	:	Derecho	Ubicación	:	Izquierdo	Ubicación	:	
Número	:	2	Número	:	2	Número	:	

VIII.D.- JUNTAS DE DILATACIÓN			**VIII.E- DRENAJE DE CALZADA**		
Tipo [31]	:	Planchas deslizantes	Tipo [33]	:	Tubo
Material [32]	:	Metálico	Material [34]	:	PVC
Luz de dilatación			Diámetro ó Medida	:	6"
Cantidad			Cantidad	:	10
IX.- ACCESOS					
IX.A- ACCESO IZQUIERDO			**IX.B- ACCESO DERECHO**		
Longitud de Transición	:	7.00 m	Longitud de Transición	:	0 m
Alineamiento [35]	:	Paralelo	Alineamiento [35]	:	Paralelo
Ancho de Calzada	:	7.20 m	Ancho de Calzada	:	7.20 m
Ancho Total de Bermas	:	0 m	Ancho Total de Bermas	:	0 m
Pendiente %	:	0	Pendiente %	:	1.00%
Visibilidad [36]	:	Buena	Visibilidad [36]	:	Buena

MACIZOS / CAMARAS DE ANCLAJE							
Tipo Elevacion (22)	- Macizo - Hueco - Otros	**Material Elevacion (23)**	- Concreto Simple - Concreto armado	**Tipo Cimentación (24)**	- Zapata - Otros	**Material Cimentación (25)**	- Concreto Simple - Concreto armado - Acero

DETALLES									
Tipo Barandas (26)	- Postes y pasamanos - Parapeto - Guardavias - No hay	**Material Barandas (27)**	- Concreto - Acero - Madera - Mixto	**Material Veredas (28)**	- Concreto - Acero - Madera	**Tipo Apoyos (29)**	- Articulado - Deslizante - Roller - Rocker	- Eslabon y pin - No Hay	
Material Apoyos (30)	- Acero - Elastómetro - Concreto - Flexcel	**Tipo Juntas (31)**	- Vacio - Planchas Deslizantes	- Tipo Peine - Tipo compresible/ expandible		**Material Juntas (32)**	- Metalico - Jebe - Mastic Epóxico - Otros		
Tipo Drenaje (33)	-Tubo - Canaleta - Otros ___	**Material Drenaje (34)**	- Ace - Otros - Concreto - PVC	**Alineamiento (35)**	- Paralelo - Otros - Perpendicular - Inclinado	**Visibilidad (36)**	- Buena - Regular - Mala		

Cuadro Nº 3. Datos de inspección 3, Fuente; Elaboración propia

FORMATO 1 - DATOS DE LA INSPECCIÓN — **HOJA 4/ 5**

X.- SEGURIDAD VIAL					
X.A- ACCESO IZQUIERDO			**X.B- ACCESO DERECHO**		
Señal Informativa [37]	:	No	Señal Informativa [37]	:	No
Señal Preventiva [38]	:	No	Señal Preventiva [38]	:	No
Señal Reglamentaria [39]	:	No	Señal Reglamentaria [39]	:	No
Señal Horizontal [40]	:	Si	Señal Horizontal [40]	:	Si

XI.- SOBRECARGA					
Carga de Diseño	:	No se obtuvo información	Carga Maxima Actual	:	48 tn. (estudio tránsito)
Sobreesfuerzo	:	No se obtuvo información	Señalización de Carga	:	No

XII.- RUTA ALTERNA - Tipo Otras Rutas					
XII.A.- VADO			**XII.B.- PUENTE PARALELO**		
Distancia de Puente	:		Posibilidad de Construir:		Si
Periodo de Funcionamiento	:		Longitud Total	:	80.80 m
Profundidad de Aguas min	:		Subestructura [42]	:	Similar
Naturaleza de suelo [41]	:		Tipo	:	Reticulado
Variante Existente	:				
Necesidad de construirlo	:				

XIII.- CONDICION DEL SECTOR DE LA CARRETERA		
Condicion de Carretera [43]	:	Regular

XIV.- SUELO DE CIMENTACION					
	ESTRIBO IZQUIERDO	**ESTRIBO DERECHO**	**PILAR 1**	**PILAR 2**	**PILAR 3**
Material [44] :	Conglomerado	Conglomerado			
Comentarios :					

XV.- NIVELES DE LAS AGUAS					
Aguas Maximas	: Sin información	m.s.n.m.	Periodo de Aguas Maximas	:	Sin información
Aguas Minimas	: Sin información	m.s.n.m.	Periodo de Estiaje	:	Sin información
Aguas Extraordinarias	: Sin información	m.	Frecuencia de Retorno	:	Sin información
Galibo determinado en Campo	: Sin información	m.	Fecha (mm/dd/aa)	:	Sin información
Galibo determinado del Plano	: Sin información	m.	Galibo Aguas Maximas	:	Sin información

XVI.- CAPACIDAD HIDRAULICA DEL PUENTE					
Longitud Aceptable	:	Si	Longitud Requerida		No aplica
Altura Aceptable	:	Si	Altura Adicional Requerida		No aplica
Necesita Encauzamiento	:	No	Longitud de Encauzamiento		No aplica
Socavación del Cauce	:	No	Profundidad de Socavacion		No aplica

SEGURIDAD VIAL	
Señal Informativa (37)	Cartel del puente
Señal Preventiva (38)	Cartel rombo amarillo
Señal Reglamentaria (39)	Cartel rectangular negro - rojo (Ceda paso, no adelantar, velocidad maxima)
Señalización Horizontal (40)	Marcas de calzada

Naturaleza del Suelo (41)	- Roca - Conglomerado - Piedra	- Arena - Arcilla - Otros	**Subestructura (42)**	- Similar al existente - Diferente	
Condicion de Carretera (43)	- Buena - Regular	- Mala - Muy Mala	**Material Suelo Cimentación (44)**	- Roca - Conglomerado - Piedra	- Arena - Arcilla - Otros

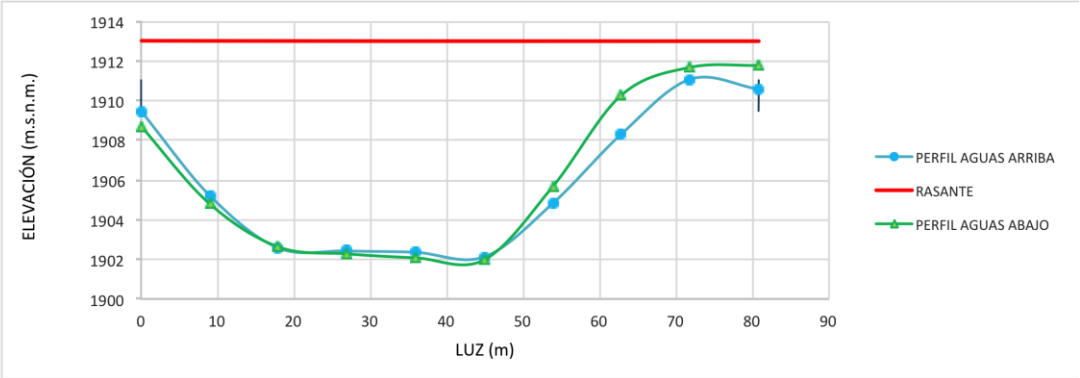
Cuadro Nº 4. Datos de inspección 4, Fuente; Elaboración propia

FORMATO 1 - DATOS DE LA INSPECCION | **HOJA 5/ 5**

XVII.- GÁLIBOS
XVII.A- GÁLIBO A FONDO DE CAUCE
XVII.A.1- PERFIL LONGITUDINAL

Tramo Principal ó Izquierdo (1er Tramo) | Tramo Derecho (2do Tramo)

Luz Tramo 1 L= **80.80** m. NO APLICA



XVII.A.2- PERFIL DE GÁLIBO VERTICAL

Tramo Principal /Lateral Derecho			Tramo Principal / lateral Izquierdo		
Numero de Ptos	: 10		Numero de Ptos	: 10	
Borde Fijo	: ESTRIBO IZQUIERDO		Borde Fijo	: ESTRIBO DERECHO	

DISTANCIA DESDE BORDE FIJO (xn)			GÁLIBO LADO AGUAS ARRIBA 1ER TRAMO (yn)		
x0	0.00	m.	y0	3.52	m.
x1	8.98	m.	y1	7.78	m.
x2	17.96	m.	y2	10.42	m.
x3	26.93	m.	y3	10.57	m.
x4	35.91	m.	y4	10.64	m.
x5	44.89	m.	y5	10.87	m.
x6	53.87	m.	y6	8.17	m.
x7	62.84	m.	y7	4.68	m.
x8	71.82	m.	y8	1.92	m.
x9	80.80	m.	y9	2.42	m.

DISTANCIA DESDE BORDE FIJO (xn)			GÁLIBO LADO AGUAS ABAJO 1er TRAMO (yn)		
x0	0.00	m.	y0	4.32	m.
x1	8.98	m.	y1	8.20	m.
x2	17.96	m.	y2	10.37	m.
x3	26.93	m.	y3	10.72	m.
x4	35.91	m.	y4	10.92	m.
x5	44.89	m.	y5	11.02	m.
x6	53.87	m.	y6	7.32	m.
x7	62.84	m.	y7	2.72	m.
x8	71.82	m.	y8	1.32	m.
x9	80.80	m.	y9	1.22	m.

10 10

Cuadro Nº 5. Datos de inspección 5, Fuente; Elaboración propia

FORMATO 2 - EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ESTADÍSTICA DEL PUENTE — HOJA 1/ 6

NOMBRE PUENTE :	HUALLAGA	PROGRESIVA HITO(Km) :	PE 18A Km. 000+452
TIPO PUENTE :	RETICULADO	AÑO CONSTRUCCION :	1978
PROVINCIA :	HUÁNUCO	SOBRECARGA INDIC.:	48 Tn.
DISTRITO :	HUÁNUCO	LONGITUD TOTAL(m) :	80.80 m.
TRAMO :	HUÁNUCO	CALZADA (m):	7.20 m.

CONDICIÓN DE LOS ELEMENTOS INSPECCIONADOS

EVALUACIÓN POR ELEMENTOS NRO.	DESCRIPCIÓN	MET.	UND.	CALIFICACIÓN %* 5	4	3	2	1	0	OBSERVACIONES
	I. SUPERESTRUCTURA									
101	Losa de concreto armado (Refuerzo longitudinal)		m3	0	0	0	10	90	0	
162	Arriostres de acero		kg	0	0	0	20	80	0	
160	Bridas superior e inferior, Montantes y Diagonales de Ace		kg	0	0	0	20	80	0	
161	Vigas Transversales y Largueros de Acero		kg	0	0	0	15	85	0	
	II. SUBESTRUCTURA									
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado		m3	0	0	0	15	85	0	
	III. DETALLES									
301	Capa Asfalto		m2	0	0	100	0	0	0	
311	Vereda Concreto		m2	0	10	90	0	0	0	
321	Apoyo fijo Neopreno		und.	0	0	15	85	0	0	
341	Planchas Deslizantes		ml	0	0	30	70	0	0	
353	Barandas de Acero		ml	0	0	100	0	0	0	
372	Drenaje Tuberías PVC		und.	0	0	0	10	90	0	
	IV. CAUCE									
401	Márgenes del río		ml	0	0	0	0	100	0	
	V. ACCESOS									
530	Visibilidad		ml	0	0	20	80	0	0	

CONDICIÓN ESTADISTICA DEL PUENTE

NRO.	ELEMENTOS	Condición estadística del elemento	Factor de importancia del elemento	Contribución del elemento al puente	Condición estadística del puente
101	Losa de concreto armado (Refuerzo longitudinal)	1.68	1	1.68	2.52
162	Arriostres de acero	1.92	0.8	1.54	
160	Bridas superior e inferior, Montantes y Diagonales de Ace	1.92	1	1.92	
161	Vigas Transversales y Largueros de Acero	1.81	0.8	1.45	
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	1.81	1	1.81	
301	Capa Asfalto	3.00	0.4	1.20	
311	Vereda Concreto	3.54	0.2	0.71	
321	Apoyo fijo Neopreno	2.75	0.4	1.10	
341	Planchas Deslizantes	3.00	0.4	1.20	
353	Barandas de Acero	3.00	0.4	1.20	
372	Drenaje Tuberías PVC	1.68	0.4	0.67	
401	Márgenes del río	1.00	0.6	0.60	
530	Visibilidad	2.89	0.2	0.58	

COMENTARIOS :

Del cálculo de la Condición Estadistica (CE), califica al Puente HUALLAGA en condición "Regular", por lo que está sujeto a trabajos de conservación.

CALIFICACIÓN		RANGO CONDICIÓN
0	MUY BUENO	0.00-0.99
1	BUENO	1.00-1.99
2	REGULAR	2.00-2.99
3	MALO	3.00-3.99
4	MUY MALO	4.00-4.99
5	PESIMO	5.00-5.99

URGENCIA DE MANTENIMIENTO: (○ Inmediata ◉ Mediata ○ Largo Plazo)

URGENCIA DE REFORZAMIENTO: (○ Inmediata ○ Mediata ○ Largo Plazo)

URGENCIA DE REEMPLAZO : (○ Inmediata ○ Mediata ○ Largo Plazo)

Cuadro Nº 6. Evaluación de la condición estadística del puente, Fuente; Elaboración propia

FORMATO 2 - OBSERVACIONES POR ELEMENTO | **HOJA 2/ 6**

NOMBRE PUENTE :	HUALLAGA	PROGRESIVA HITO (Km) :	PE 18A Km. 000+452
TIPO PUENTE :	RETICULADO	AÑO CONSTRUCCION :	1978
PROVINCIA :	HUÁNUCO	SOBRECARGA INDIC.:	48 Tn.
DISTRITO :	HUÁNUCO	LONGITUD TOTAL :	80.80 m
TRAMO :	HUÁNUCO	ANCHO DE CALZADA :	7.20 m

COD° ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	OBSERVACIONES
ELEMENTO N° 101	Losa de concreto armado (Refuerzo longitudinal)	De la observación realizada se encuentra en regular estado, a nivel estructural no se advierten daños, en la parte inferior tampoco presenta daños, sin embrago debe decirse que en la parte superior se observa el desgaste de la carpeta asfática. En general la losa no tiene mayores daños sin embrago se advierte un poco mantenimiento.
ELEMENTO N° 162	Arriostres de acero	En estas estructuras es la pintura en general que se encuentra en mal estado, presenta decoloración y desprendimiento por pérdida de la debida adherencia entre las capas. En algunas partes también se puede observar la presencia de óxidos pero sin pérdida de sección. No se advirtieron daños por impacto.
ELEMENTO N° 160	Bridas superior e inferior, Montantes y Diagonales de Acero	Al igual que los elementos del ítem anterior´éstos presentan decoloración y desprendimiento de la pintura por pérdida de adherencia entre las capas, también se pudo observar que algunos de éstos elementos presentan oxidación superficial sin pérdida de sección y en las bridas inferiores se nota la acumulación de desperdicios.
ELEMENTO N° 161	Vigas Transversales y Largueros de Acero	Casi todas las vigas de la parte inferior transversales no tienen la pintura correspondiente, aunque hay que decir que no presentan daño alguno pero si algunas imperfecciones en su superficie sin notarse alguna oxidación de sus partes.
ELEMENTO N° 202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	Los estribos derecho e izquierdo están en similares condiciones, en ambos se notan filtraciones de agua en sus juntas lo que ha generado la presencia de humedad con las características manchas y moho vegetal, de la inspección no puede decirse que tengan daños estructurales que afecten su estabilidad y resistencia, también se observó en la inmediaciones la presencia de vegetación y desechos de basura.
ELEMENTO N° 301	Capa Asfalto	La carpeta asfáltica está en muy mal estado, en muchas partes a desaparecido lo cual a expuesto a la loza y está sirviendo como superficie de rodadura, en otras partes presenta fisuras, desgaste y descascaramiento, así como también desprendimiento.
ELEMENTO N° 311	Vereda Concreto	En ambos lados del puente y en casi toda la longitud de éste, las veredas de concreto se encuentran en muy mal estado, existe un marcado desgaste y ha sufrido colisión de las llantas de los vehículos lo que ha significado el desprendimiento de algunos ángulos, se observa además que ha desaparecido la pintura de borde.
ELEMENTO N° 321	Apoyo fijo Neopreno	Se ha observado que los apoyos en ambos lados se encuentran en regular estado, aunque debe indicarse que se ha encontrado cierto desnivel en éstos.
ELEMENTO N° 341	Planchas Deslizantes	Las planchas deslizantes de las juntas de dilatación de los apoyos de la parte derecha e izquierda se encuentran en regular estado.
ELEMENTO N° 353	Barandas de Acero	El puente tiene barandas metálicas (de perfil) que están adosadas a la estructura del puente , éstas están en mal estado, presentan desprendimiento de la pintura, oxido y deformación por impacto.
ELEMENTO N° 372	Drenaje Tuberías PVC	De las 10 tuberías de drenaje que se encontraron solo 4 están liberando las aguas superficiales, la otras se encuentran obstruidas por la acumulación de desechos y tierra seca.
ELEMENTO N° 401	Márgenes del río	Respecto a las márgenes del río debe decirse que tanto aguas arriba como aguas abajo se encuentran totalmente definidas.
ELEMENTO N° 530	Visibilidad	Actualmente la visibilidad desde la estructura es regular, como se dijo anteriormente, la estructura en general se encuentra con falta de mantenimiento lo que hace que la visibildad no sea la óptima.

Cuadro Nº 7. Observaciones por elemento, Fuente; Elaboración propia

FORMATO 2 - RECOMENDACIONES POR ELEMENTO | **HOJA 3/ 6**

NOMBRE PUENTE :	HUALLAGA	PROGRESIVA HITO (Km) :	PE 18A Km. 000+452
TIPO PUENTE :	RETICULADO	AÑO CONSTRUCCION :	1978
PROVINCIA :	HUÁNUCO	SOBRECARGA INDIC.:	48 Tn.
DISTRITO :	HUÁNUCO	LONGITUD TOTAL :	80.80 m
TRAMO :	HUÁNUCO	ANCHO DE CALZADA :	7.20 m

N° ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	RECOMENDACIONES
	ACCIONES NORMATIVAS	
ELEMENTO N° 401	**Márgenes del río**	Articular normativamente entre Provias, Municipalidad de Amarilis, Municipalidad de Pillcomarca y ALA para su mantenimiento
	ACCIONES PREVENTIVAS	
ELEMENTO N° 162	**Arriostres de acero**	Talar el arbol que se está desarrollando entre los arriostres del puente
	ACCIONES EJECUTIVAS	
ELEMENTO N° 101	**Losa de concreto armado (Refuerzo longitudinal)**	Hidrolimpieza. Tratamiento superficial con pintura con aditivo antibacterial.
ELEMENTO N° 162	**Arriostres de acero**	Hidrolimpieza. Reparación superficial y pintado de estructuras metálicas
ELEMENTO N° 160	**Bridas superior e inferior, Montantes y Diagonales de Acero**	Hidrolimpieza. Preparación superficial y pintado de estructuras metálicas.
ELEMENTO N° 161	**Vigas Transversales y Largueros de Acero**	Hidrolimpieza. Reparación superficial y pintado de estructuras metálicas
ELEMENTO N° 202	**Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado**	Hidrolimpieza. Tratamiento superficial con pintura con aditivo antibacterial
ELEMENTO N° 301	**Capa Asfalto**	Conformación de pavimento.
ELEMENTO N° 311	**Vereda Concreto**	Hidrolimpieza, reparación del concreto en veredas y pintado de las mismas.
ELEMENTO N° 321	**Apoyo fijo Neopreno**	Hidrolimpieza.
ELEMENTO N° 341	**Planchas Deslizantes**	Limpieza de juntas de dilatación. Reparación y/o reemplazo de juntas de dilatación.
ELEMENTO N° 353	**Barandas de Acero**	Hidrolimpieza. Preparación superficial y pintado de barandas metálicas. Reemplazo de barandas metálicas.
ELEMENTO N° 372	**Drenaje Tuberías PVC**	Limpieza y desobstrucción del drenaje
ELEMENTO N° 401	**Márgenes del río**	Limpieza roce y desbroce
ELEMENTO N° 530	**Visibilidad**	Tala de los arboles que están desarrollándose dentro del espacio del puente
COMENTARIOS :		
Además se recomienda realizar los siguientes trabajos, pintado de señalización horizontal, colocación de señalización vertical, conformación de pavimento en accesos.		

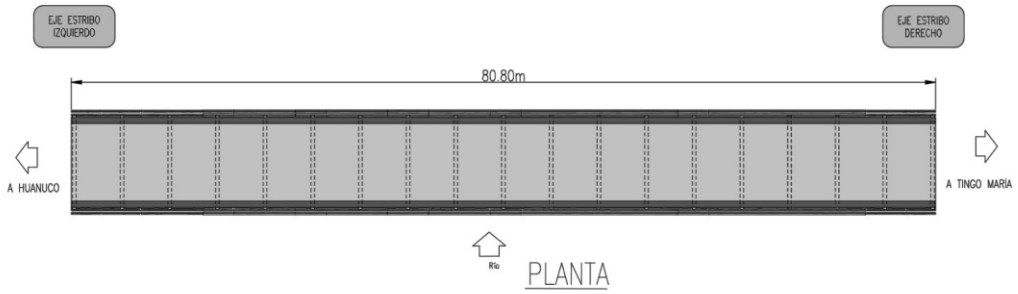
Cuadro Nº 8. Recomendaciones por elemento, Fuente; Elaboración propia

TESIS: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL PUENTE HUALLAGA
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura UNHEVAL

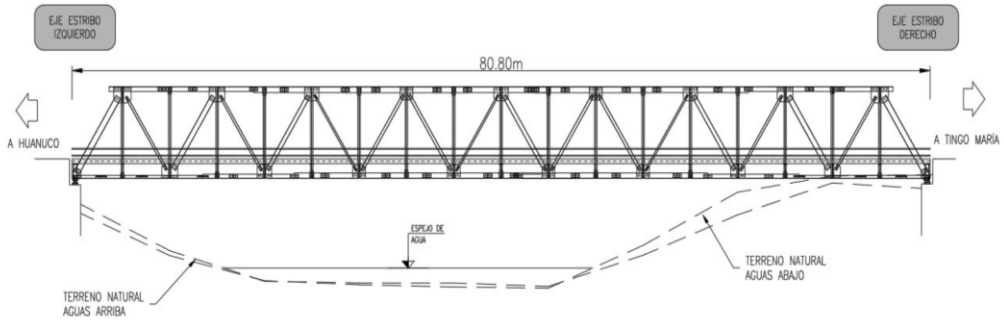
FORMATO 2 - VISTA GENERAL Y GEOMETRÍA DEL PUENTE | **HOJA 4/ 6**

Nombre Puente : HUALLAGA
Tipo de puente : RETICULADO
Progresiva : Km. 000+452
Eje vial : PE 18A

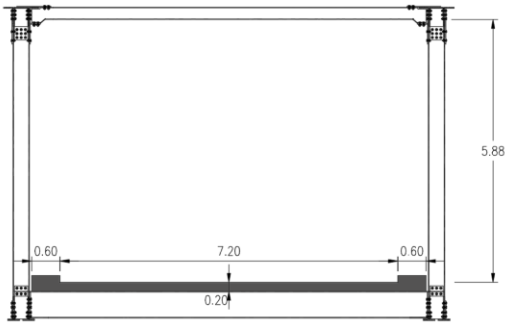
PLANTA:



PERFIL:



SECCIÓN TRANSVERSAL:



Plano Nº 1. Panta, perfil y sección transversal del puente Huallaga, Fuente; Elaboración propia

TESIS: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL PUENTE HUALLAGA
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura UNHEVAL

FORMATO 2 - UBICACIÓN SATELITAL Y/O GEOGRÁFICA | **HOJA 5/ 6**

Nombre Puente :	HUALLAGA	Progresiva	: Km. 000+452
Tipo de puente :	RETICULADO	Eje vial :	PE 18A

UBICACIÓN:

Imagen Nº 1. Ubicación satelital del puente, Fuente; Google Earth

FORMATO 2 - TOMA DE FOTOGRAFÍAS DE INSPECCIÓN | **HOJA 6/ 6**

PANEL FOTOGRAFICO

Foto 01. Vista General del Puente Huallaga, tomada desde el acceso izquierdo. Se trata de un puente metálico de tipo reticulado, losa de concreto armado, de un solo tramo simple apoyado sobre estribos tipo cantilever además provistas de veredas y barandas metálicas.

Foto 02 Vista General del Puente Huallaga, tomada desde la márgen derecha aguas arriba. Se trata de un puente metálico tipo reticulado, losa de concreto armado, de un solo tramo simple apoyado sobre estribos tipo cantilever, además provistas de veredas y barandas metálicas.

Foto 03. *Elemento N°101:* Losa de Concreo Armado (Refuerzo longitudinal)
Se puede observar la losa superior, sobre ella se tiene una capa de asfalto como superficie de rodadiura, no se han encontrado algunos daños o deterioros.

Foto 04 *Elemento N°101:* Losa de Concreo Armado (Refuerzo longitudinal)
En esta vista se muestra la parte inferior de la losa, como se puede ver se encuentra en buen estado, aunque se evidencias algunas manchas propias de la humedad que se filtra y algunas partes con hongos.

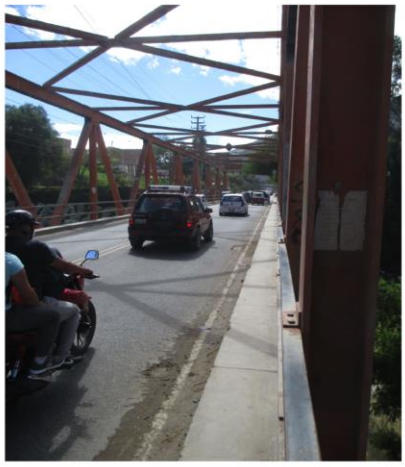


Foto 05 *Elemento N°162:* Arriostre de acero

En esta foto se notan los arriostres y es es la pintura en general que se encuentra en mal estado, presenta decoloración y desprendimiento por pérdida de la debida adherencia entre las capas. En algunas partes también se puede observar la presencia de oxidos pero sin pérdida de sección. No se adviirieron daños por impacto.

Foto 06 *Elemento N°160:* Brida superior e inferior, Montantes y Diagonales de Acero

Al igual que los elementos del ítem anterior´estos elementos también presentan decoloración y desprendimiento de la pintura por pérdida de adherencia entre las capas, también se pudo observar que algunos de éstos elementos presentan oxidación superficial sin pérdida de sección y en las bridas inferiores se nota la acumulación de desperdicios.

Foto 07 *Elemento N°161: Vigas transversales y largueros de acero*

En esta foto puede observarse que casi todas las vigas de la parte inferior transversales no tienen la pintura correspondiente, aunque hay que decir que no presentan daño alguno pero si algunas imperfecciones en su superficie sin notarse oxidación de sus partes.

Foto 08 *Elemento N°202: Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado*

Esta foto es representativo de los estribos derecho e izquierdo ya que ambos estan en similares condiciones, en esta vista del estribo derecho se notan filtraciones de agua en sus juntas lo que ha generado la presencia de humedad con las características manchas y moho vegetal, no se notan daños estructurales que afecten su estabilidad y resisitencia.

Foto 09. *Elemento N°301: Carpeta asfáltica*

En esta foto se notaque laa carpeta asfáltica está en muy mal estado, en muchas partes a desaparecido lo cual a expuesto a la loza y está sirviendo como superficie de rodadura, en otras partes presenta fisuras, desgaste y descacaramiento, así como también desprendimiento.

Foto 10. *Elemento N°311: Vereda de concreto*

En esta foto se aprecia que en casi toda la longitud de las veredas de concreto se encuentran en muy mal estado, existe un marcado desgaste y ha sufrido colisión de las llantas de los vehículos lo que ha significado el desprendimiento de algunos ángulos, se observa además que ha desaparecido la pintura de borde.

Foto 11. *Elemento N°321:* Apoyo fijo neopreno

En esta foto se aprecia que los apoyos se encuentran en regular estado.

Foto 12. *Elemento N°341:* Planchas deslizantes

En esta foto se aprecia que las planchas deslizantes de las juntas de dilatación de los apoyos se encuentran en regular estado.

Foto 13. *Elemento N°353:* Baranda de acero

Esta foto muestra como las barandas metálicas que están adosadas a la estrutura del puente , éstas están en mal estado, presentan desprendimiento de la pintura, oxido y deformación por impacto

Foto 14. *Elemento N°372:* Drenaje Tubería PVC

En esta foto se observa uno de las 10 tuberías de drenaje que tiene el puente, solo 4 están liberando las aguas superficiales, la otras se encuentran obstruídas por la acumulación de desechos y tierra seca, como éste.

Foto 15. *Elemento N°401* Márgenes del rio

Como se observa en esta foto que fue tomada con la ayuda de un dron, ambos márgenes del río tanto aguas arriba como aguas abajo se encuentran totalmente definidas.

Foto 16. *Elemento N°530.* Visibilidad

En esta vista puede notarse que la visibilidad del puente es regular Actualmente la visibilidad de la estructura es regular, la estructura en general a perdido su coloración lo cual hace que la visibilidad de la misma sea reducida.

Foto 17. Vista aérea del puente nótese el estado de los acceso y del cauce del río.

Foto 18. Esta vista grafica plenamente el estado en que se encuentra el puente Huallaga, elementos decolorados, pavimento desgastado, baranadas con impacto y finalmente un arbol que esta creciendo entre su estructura.

Foto 19. Esta foto muestra la falta de mantenimiento en el que se encuentra el puente Huallaga, lo cual merece una inmediata intervención.

Foto 20. En la foto se muestra el estado actual del puente, que siendo un puente impostante en la región Huánuco y que comunica el alto y bajo Huallaga con la capital de la República no se encuentra en òptimo estado, existiendo la necesidad de su mantenimiento.

3.4 Discusión de resultados

- El Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC a través de Provías Nacional es la entidad encargada de la gestión de la infraestructura vial nacional y dentro de ello está considerado el Puente Huallaga como parte de la vía PE 3N, para ello el MTC ha celebrado un contrato con la empresa Mota Engil para la conservación por niveles de servicio de esta infraestructura. Ambas instituciones, Provías Nacional y Mota Engil desarrollaron el año 2019 una evaluación global al puente Huallaga en la que determinaron que el puente Huallaga se encuentra en la condición de REGULAR, con un valor de la condición estadística CE igual a 2.15, nuestro estudio también determina la condición actual del puente como REGULAR pero con un valor hallado de CE igual a 2.52.

Como se ve nuestro estudio de los datos mencionados coincide con la condición actual del puente como REGULAR con la evaluación hecha por la empresa encargada del mantenimiento del puente, sin embargo no coincidimos en el valor del CE, ya que para la empresa ese valor es de 2.15 que lo ubica en una condición de REGULAR-BUENO, y nuestro estudio, con un valor de 2.52 se ubica al puente en una condición REGULAR-MALO, esto puede explicarse que en el tiempo transcurrido entre los dos estudios, el puente puede haber sufrido mayores deterioros, o es que la empresa encargada del mantenimiento que en la evaluación del puente no haya tenido el rigor de un estudio de investigación , característica principal de una tesis.

Respecto a los antecedentes considerados en el marco teórico presentamos la siguiente discusión de resultados;

(Castellanos A. , 2009) indica que en Cuba no existe una metodología establecida para la evaluación de puentes, como el que acá tenemos (SCAP) entonces lo que hace Castellanos es desarrollar una propia metodología, que ciertamente no podría ser utilizad en nuestro medio por las diferencias existentes en ambos países de diverso índole, sin embargo coincidimos en que el autor visibiliza la necesidad de evaluar periódicamente los puentes para poder tener mejores puntos de referencia en la gestión de estas infraestructura.

(Cain & Arcos, 2016) en su estudio desarrollado en el puente Cebadas de Chimborazo, Ecuador, concluyen que el puente tiene valores de condición de 146 en los elementos primarios y 53 en los elementos secundarios que lo ubica en el rango de estado MALO, al respecto debeos decir que se discute con estos autores en el sentido que junta la evaluación funcional y estructural lo cual hace que se confunda si el puente necesitaría un mantenimiento, reforzamiento o reemplazo, que en nuestro estudio si puede establecerse.

(Cardoza & Villalobos, 2005) realizaron la evaluación de un puente en El Salvador hacen algunas recomendaciones con las que coincidimos plenamente en el sentido de que exista un plan de seguimiento que contemple, además de la prueba de carga de recepción, inspecciones rutinarias en puentes, de forma que se pueda analizar la evolución y posible deterioro de la estructura desde el punto de vista resistente y suministrar datos útiles para la toma de decisiones sobre su mantenimiento, reparación o refuerzo, ya que si bien es cierto este estudio no incluye pruebas de carga si se cree necesario que el puente Huallaga se someta a estos análisis, considerando el tiempo que tiene en operación.

(Aronés & Cortés, 2018) han evaluado el puente Huaracane en el Perú con el que coincidimos en metodologías y resultado que si bien es cierto difiere en el enfoque respecto a nuestro estudio, sin embargo se rescata la conclusión que hacen de que al evaluar un puente ya sea en el ámbito estructural como funcional, se debe tener como referencia alguna norma establecida por el autor del estudio y/o las normas con las que fue diseñada dicha estructura, para su comparación y validez. En nuestro caso las normas que se utilizaron son las referidas a la evaluación de puentes de del MTC con el apoyo del sistema computarizado de administración de puentes SCAP, ya que al centrarnos en la evaluación funcional se estudió el estado de los elementos físicos del puente, en términos de conservación y mantenimiento, asociados a su funcionalidad.

(Narro, 2013) ha evaluado el puente Orellana en Cajamarca, Perú, nuestro estudio coincide con la metodología propuesta es esta tesis, ya que nosotros analizamos los elementos físicos del puente tanto de la superestructura, subestructura y apoyos y a partir de ellos se hace cualificación de su estado en base a las normas vigentes para finalmente hacer las recomendaciones

para su mantenimiento y operatividad, es decir nosotros partimos de la hipótesis de que el puente se encuentra en mal estado, determinados ese estado y recomendamos su corrección, lo que también realiza Narro en su estudio.

(Alzamora P. , 2018) evaluó el puente Sojo en Piura, Perú, en su estudio él busca los mismos objetivos que nosotros, sin embargo se orienta hacia la búsqueda de las patologías (puntuales) de los elementos del puente que ha diferencia nuestra nos orientamos a determinar el estado de conservación en diversos indicadores de los elementos del puente, entonces coincidimos con los objetivos mas no con la metodología con Alzamora, sin embargo las conclusiones a las que se llegaron son similares.

(Tacuche, 2018) ha hecho el análisis del puente colgante de madera de porcentajes de afectación que van del 15% al 85%, debido al paso del Las Pampas, y concluye que sus elementos presentan diversos tiempo y al exceso de carga generados por la circulación vehículos livianos para lo cual no fueron diseñados, y recomienda, entre otras cosas que se reemplacen los cables estructurales de mayores dimensiones a las actuales, que se reemplacen las péndolas también de mayores dimensiones. Aunque se trata de diferentes tipos de puentes, coincidimos con Tacuche respecto a porcentualizar la afectación de cada elemento, y a partir de ello hacer propuestas para su mejoramiento de acuerdo al grado de afectación de cada elemento, a fin de conseguir un mejor funcionamiento de la estructura y su durabilidad en el tiempo.

CONCLUSIONES

- Del cuadro Nº 6 (página 74) en el que se resumen la evaluación de los elementos del puente en forma separada y global,

CONDICIÓN ESTADISTICA DEL PUENTE					
NRO.	ELEMENTOS	Condición estadística del elemento	Factor de importancia del elemento	Contribución del elemento al puente	Condición estadística del puente
301	Capa Asfalto	3.00	0.4	1.20	2.52
311	Vereda Concreto	3.54	0.2	0.71	
353	Barandas de Acero	3.00	0.4	1.20	
372	Drenaje Tuberías PVC	1.68	0.4	0.67	
401	Márgenes del río	1.00	0.6	0.60	
530	Visibilidad	2.89	0.2	0.58	

Se extraen las siguientes conclusiones relacionados a los objetivos e hipótesis planteadas;

- De la evaluación global de la condición del puente Huallaga km. 000+310 carretera central PE-3N, se determina la necesidad de su intervención preventiva a nivel de mantenimiento de forma mediata, ya que según nuestro estudio el puente Huallaga al mes de junio del 2020 tiene una valor de condición estadística global (CE) de 2.52, y según la metodología utilizada (SCAP) con este valor el puente presenta un estado de REGULAR de acuerdo a la siguiente tabla;

CALIFICACIÓN		
CALIFICACIÓN		RANGO CONDICIÓN
0	MUY BUENO	0.00-0.99
1	BUENO	1.00-1.99
2	REGULAR	2.00-2.99
3	MALO	3.00-3.99
4	MUY MALO	4.00-4.99
5	PÉSIMO	5.00-5.99

Por lo que se hace necesaria una intervención a nivel de mantenimiento de forma mediata, según el siguiente cuadro (metodología SCAP)

- De la evaluación del estado de la superestructura del puente Huallaga Km. 000+310 carretera central PE-3N, se determina la necesidad de su intervención preventiva a nivel de mantenimiento de forma mediata, teniendo en cuenta que los elementos de la superestructura analizados presentan los siguientes valores;

NRO.	ELEMENTOS	Condición estadística del elemento	Factor de importancia del elemento	Contribución del elemento al puente
101	Losa de concreto armado (Refuerzo longitudinal)	1.68	1	1.68
162	Arriostres de acero	1.92	0.8	1.54
160	Bridas superior e inferior, Montantes y Diagonales de Ace	1.92	1	1.92
161	Vigas Transversales y Largueros de Acero	1.81	0.8	1.45

Donde podemos observar que los valores de la condición estadísticas de los elementos de la superestructura están entre el rango de 1.00 – 1.99, y según la tabla de calificación estos elementos están en la condición de BUENO,

CALIFICACIÓN		
CALIFICACIÓN		RANGO CONDICIÓN
0	MUY BUENO	0.00-0.99
1	BUENO	1.00-1.99
2	REGULAR	2.00-2.99
3	MALO	3.00-3.99
4	MUY MALO	4.00-4.99
5	PÉSIMO	5.00-5.99

Entonces se puede concluir que en comparación con el estado global de puente, REGULAR, el estado de los elementos de la superestructura se encuentra en BUENO.

Analizando los otro valores veremos que el factor de importancia y la contribución de estos elementos al puente es alto en comparación con los valores que presentan los demás elementos del puente, esto quiere decir que si bien es cierto el puente se encuentra en una condición global de REGULAR, sus elementos de la superestructura, de gran importancia y contribución al puente se encuentran en condición de BUENO.

- De la evaluación del estado de la subestructura del puente Huallaga Km. 000+310 carretera central PE-3N, se determina la necesidad de su intervención preventiva a nivel de mantenimiento de forma mediata, teniendo

en cuenta que los elementos de la superestructura analizados presentan los siguientes valores;

NRO.	ELEMENTOS	Condición estadística del elemento	Factor de importancia del elemento	Contribución del elemento al puente
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	1.81	1	1.81

Donde podemos observar que el valor de condición de estos elementos (estribos) es de 1.81 y de acuerdo a la tabla de calificación tiene una condición de BUENO,

CALIFICACIÓN		
CALIFICACIÓN		RANGO CONDICIÓN
0	MUY BUENO	0.00-0.99
1	BUENO	1.00-1.99
2	REGULAR	2.00-2.99
3	MALO	3.00-3.99
4	MUY MALO	4.00-4.99
5	PÉSIMO	5.00-5.99

También se observa que en comparación con la condición global de puente, REGULAR (primera conclusión) el estado de los elementos de la subestructura se encuentra en BUENO.

Si analizamos los otro valores veremos que el factor de importancia y la contribución de estos elementos al puente es alto (1 y 1.81 respectivamente), entonces se concluye que si bien es cierto el puente se encuentra en una condición global de REGULAR, los elementos de la subestructura, de gran importancia y contribución al puente se encuentran en condición de BUENO.

- De la evaluación del estado de los apoyos del puente Huallaga Km. 000+310 carretera central PE-3N, se determina la necesidad de su intervención preventiva a nivel de mantenimiento de forma mediata, teniendo en cuenta que los apoyos analizados presentan los siguientes valores;

NRO.	ELEMENTOS	Condición estadística del elemento	Factor de importancia del elemento	Contribución del elemento al puente
321	Apoyo fijo Neopreno	2.75	0.4	1.10
341	Planchas Deslizantes	3.00	0.4	1.20

En este cuadro observamos que los valores de condición que presentan los elementos de 2.75 y 3, se ubican en los rangos de REGULAR y MALO respectivamente, según la siguiente tabla,

CALIFICACIÓN		
CALIFICACIÓN		RANGO CONDICIÓN
0	MUY BUENO	0.00-0.99
1	BUENO	1.00-1.99
2	REGULAR	2.00-2.99
3	MALO	3.00-3.99
4	MUY MALO	4.00-4.99
5	PÉSIMO	5.00-5.99

Y en comparación con la condición global del puente, REGULAR (primera conclusión) el estado de los elementos de apoyo se encuentran ente REGULAR y MALO.

Y analizando los otros valores veremos que estos elementos tienen mediano factor de importancia y contribución en el puente, sin embargo ello no quita desdeña la necesidad de su intervención preventiva a nivel de mantenimiento no solo de forma mediata, sino más bien inmediata, especialmente del elemento que tiene un valor de condición de 3.

- Respecto a los otros elementos del puente analizados, como capa de asfalto, veredas, barandas, drenaje, márgenes y visibilidad, se obtuvieron los siguientes valores;

NRO.	ELEMENTOS	Condición estadística del elemento	Factor de importancia del elemento	Contribución del elemento al puente
301	Capa Asfalto	3.00	0.4	1.20
311	Vereda Concreto	3.54	0.2	0.71
353	Barandas de Acero	3.00	0.4	1.20
372	Drenaje Tuberías PVC	1.68	0.4	0.67
401	Márgenes del río	1.00	0.6	0.60
530	Visibilidad	2.89	0.2	0.58

Donde se concluye que la capa de asfalto se encuentra en la condición de MALO, la vereda de concreto en la condición de MALO, las barandas de acero en la condición de MALO, el drenaje en la condición de BUENO, los márgenes del río en la condición de BUENO y la visibilidad en la condición de MALO, según la siguiente tabla,

CALIFICACIÓN		
CALIFICACIÓN		RANGO CONDICIÓN
0	MUY BUENO	0.00-0.99
1	BUENO	1.00-1.99
2	REGULAR	2.00-2.99
3	MALO	3.00-3.99
4	MUY MALO	4.00-4.99
5	PÉSIMO	5.00-5.99

Obviamente que estos elementos tienen un factor de importancia y contribución al puente bien bajos, sin embargo eso no implica que no se deban intervenir a nivel de mantenimiento de forma inmediata, especialmente la capa de asfalto, las veredas y las barandas,

- En conclusión el puente se encuentra en una condición global de REGULAR, sin embargo en forma unitaria, los elementos de la superestructura se encuentran en una condición BUENA, los elementos de la subestructura en una condición BUENA y los apoyos en una condición de REGULAR a MALA.
- La condición global de REGULAR del puente, a pesar de que los elementos de la superestructura y la subestructura presentan la condición de BUENA, independientemente de la condición de los apoyos, se explica porque los otros elementos del puente, que sin tener mucho factor de importancia y de contribución al puente, finalmente afectan la condición global del mismo, como son la carpeta asfáltica, las veredas y las barandas que necesitan que se encuentran en la condición de MALO.

SUGERENCIAS

- Se sugiere la intervención a nivel de mantenimiento de forma mediata de los siguientes elementos de la superestructura del puente Huallaga;

CODIGO	DESCRIPCIÓN
101	Losa de concreto armado (Refuerzo longitudinal)
162	Arriostres de acero
160	Bridas superior e inferior, Montantes y Diagonales de Acero
161	Vigas Transversales y Largueros de Acero

- Se sugiere la intervención a nivel de mantenimiento de forma mediata de los siguientes elementos de la subestructura del puente Huallaga;

CODIGO	DESCRIPCIÓN
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado

- Se sugiere la intervención a nivel de mantenimiento de forma inmediata de los siguientes elementos de los apoyos del puente Huallaga;

CODIGO	DESCRIPCIÓN
321	Apoyo fijo Neopreno
341	Planchas Deslizantes

- Se sugiere la intervención a nivel de mantenimiento de forma inmediata de los siguientes elementos del puente Huallaga;

CODIGO	DESCRIPCIÓN
301	Capa Asfalto
311	Vereda Concreto
353	Barandas de Acero
372	Drenaje Tuberías PVC
401	Márgenes del río
530	Visibilidad

- Se sugiere que las intervenciones que se realicen a los elementos de las superestructura, sub estructura, apoyos y otros descritos líneas arribas, se realicen en el nivel y forma también sugeridos, consistentes en las actividades que se recomiendan a continuación;

Nº ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	RECOMENDACIONES
ACCIONES NORMATIVAS		
ELEMENTO N° 401	**Márgenes del río**	Articular normativamente entre Provias, Municipalidad de Amarilis, Municipalidad de Pillcomarca y ALA para su mantenimiento
ACCIONES PREVENTIVAS		
ELEMENTO N° 162	**Arriostres de acero**	Talar el arbol que se está desarrollando entre los arriostres del puente
ACCIONES EJECUTIVAS		
ELEMENTO N° 101	**Losa de concreto armado (Refuerzo longitudinal)**	Hidrolimpieza. Tratamiento superficial con pintura con aditivo antibacterial.
ELEMENTO N° 162	**Arriostres de acero**	Hidrolimpieza. Reparación superficial y pintado de estructuras metálicas
ELEMENTO N° 160	**Bridas superior e inferior, Montantes y Diagonales de Acero**	Hidrolimpieza. Preparación superficial y pintado de estructuras metálicas.
ELEMENTO N° 161	**Vigas Transversales y Largueros de Acero**	Hidrolimpieza. Reparación superficial y pintado de estructuras metálicas
ELEMENTO N° 202	**Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado**	Hidrolimpieza. Tratamiento superficial con pintura con aditivo antibacterial
ELEMENTO N° 301	**Capa Asfalto**	Conformación de pavimento.
ELEMENTO N° 311	**Vereda Concreto**	Hidrolimpieza, reparación del concreto en veredas y pintado de las mismas.
ELEMENTO N° 321	**Apoyo fijo Neopreno**	Hidrolimpieza.
ELEMENTO N° 341	**Planchas Deslizantes**	Limpieza de juntas de dilatación. Reparación y/o reemplazo de juntas de dilatación.
ELEMENTO N° 353	**Barandas de Acero**	Hidrolimpieza. Preparación superficial y pintado de barandas metálicas. Reemplazo de barandas metálicas.
ELEMENTO N° 372	**Drenaje Tuberías PVC**	Limpieza y desobstrucción del drenaje
ELEMENTO N° 401	**Márgenes del río**	Limpieza roce y desbroce
ELEMENTO N° 530	**Visibilidad**	Tala de los arboles que están desarrollándose dentro del espacio del puente
COMENTARIOS :		
Además se recomienda realizar los siguientes trabajos, pintado de señalización horizontal, colocación de señalización vertical, conformación de pavimento en accesos.		

- Se sugiere que estas evaluaciones a los puentes de la vía nacional sean realizadas cada año, como indican las normas y así poder optimizar el gasto en el mantenimiento de esta infraestructura y especialmente permitir que éstas cumplan eficientemente su propósito, que es el de la conectividad entre los pueblos de manera continua y segura.

- Se recomienda que se desarrollen estudios para determinar el estado de los puentes del interior de la región de Huánuco a efectos de optimizar el uso de recursos en la gestión de su mantenimiento, ya que muchos de ellos se encuentran en mal estado, básicamente por no determinar claramente su condición y a partir de ello la programación de su mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Cain, H., & Arcos, L. (2016). *Evaluación Estructural y Funcional del Puente Cebadas, ubicado en el kilómetro 32 del tramo Guamote-Macas (Ruta E46), Aplicando la Metodología del Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (S.A.E.P.), para su rehabilitación y conservación.* Chimborazo, Chimborazo, Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo.

Cardoza, M., & Villalobos, J. (2005). *Evaluación estructural de un puente mediante la realización de una prueba de carga estática.* San S alvador, El Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador.

Aronés, A., & Cortés, C. (2018). *Evaluación estructural del puente Huaracane con las Especificaciones de Diseño de Puentes AASHTO LRFD 2012 y Norma Técnica Peruana Sismorresistente E.030 2016.* Lima, Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Narro, W. (2013). *Nivel del deterioro estructural en el puente de concreto Puente Orellana.* Jaen, Cajamarca, Perú: Universodad Nacional de Cajamarca.

Alzamora, W. (2018). *Determinación y evaluación de las patologías del puente Sojo tipo mixto, distrito de Sojo, provincia de Sullana, departamento de Piura,.* Chimbote, Ancash, Perú: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

Tacuche, M. (2018). *Rehabilitación del sistema estructural para optimizar el funcionamiento de los elementos estructurales del puente colgante de madera de Las Pampas.* Huánuco, Huánuco, Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Castellanos, R. (2009). *Propuesta de un modelo para la Evaluación de los Puentes Metálicos.* Santiago de Cuba, Santiago de Cuba, Cuba: Universidad del Oriente.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2013). *Metodología de la Investigación.* México: McGraw-Hill.

MTC, D. (2016). *Guía para la inspección de puentes.* Lima, Lima, Perú: Dirección General de caminos y Ferrocarriles- MTC.

MTC, D. (2018). *Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial.* Lima, Lima, Perú: Dirección General de Caminos - MTC.

ANEXOS

- Formatos de aforo del tránsito

CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO: PUENTE HUALLAGA

Lunes 08/06/2020

SENTIDO : Pillco Marca — Amarillis

VIA PE 18A KM. 00+420

INICIO	TERMINO	AUTOMOVILES	CAMIONETAS Y VANS	BUSES Y OMNIBUSES	CAMIONES SIN REMOLQUE		SEMI REMOLQUE				CON REMOLQUE	TOTAL
9:00	10:00											464
10:00	11:00											449
11:00	12:00											331
12:00	13:00											334

CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO: PUENTE HUALLAGA

Lunes 08/06/2020

SENTIDO : Amarillis — Pilteo Marca

VIA PE 18A KM. 00+420

INICIO	TERMINO	AUTOMOVILES	CAMIONETAS Y VANS	BUSES Y OMNIBUSES	CAMIONES SIN REMOLQUE		CAMIONES SEMI REMOLQUE				CAMIONES CON REMOLQUE	TOTAL
9:00	10:00											392
10:00	11:00											364
11:00	12:00											364
12:00	13:00											330

CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO: PUENTE HUALLAGA

Miercoles : 10/06/2020

SENTIDO : Pico Marca – Amarillis

VIA PE 18A KM. 00+420

INICIO	TERMINO	AUTOMOVILES	CAMIONETAS Y VANS	BUSES Y OMNIBUSES	CAMIONES SIN REMOLQUE		SEMI REMOLQUE				CON REMOLQUE	TOTAL
9:00	10:00			1							1	413
10:00	11:00						1		1		1	414
11:00	12:00								1		1	291
12:00	13:00								1		1	297

CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO: PUENTE HUALLAGA

Miercoles: 10/06/2020

SENTIDO: Amarillis – Pillco Marcas

VIA PE 18A KM. 00+420

INICIO	TERMINO	AUTOMOVILES	CAMIONETAS Y VANS	BUSES Y OMNIBUSES	CAMIONES SIN REMOLQUE		CAMIONES SEMI REMOLQUE				CAMIONES CON REMOLQUE	TOTAL
9:00	10:00											334
10:00	11:00											312
11:00	12:00											316
12:00	13:00											290

CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO: PUENTE HUALLAGA

Viernes : 12/06/2020

SENTIDO : Pillco Marca – Amarilis

VIA PE 18A KM. 00+420

INICIO	TERMINO	AUTOMOVILES	CAMIONETAS Y VANS	BUSES Y OMNIBUSES	CAMIONES – SIN REMOLQUE		CAMIONES – SEMI REMOLQUE				CAMIONES – CON REMOLQUE	TOTAL
9:00	10:00											500
10:00	11:00											496
11:00	12:00											366
12:00	13:00											380

CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO: PUENTE HUALLAGA

Viernes: 12/06/2020

SENTIDO : Amarilis + Pillco marca

VIA PE 18A KM. 00+420

INICIO	TERMINO	AUTOMOVILES	CAMIONETAS Y VANS	BUSES Y OMNIBUSES	CAMIONES: SIN REMOLQUE		CAMIONES: SEMI REMOLQUE				CAMIONES: CON REMOLQUE	TOTAL
9:00	10:00											426
10:00	11:00											397
11:00	12:00											404
12:00	13:00											390

CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO: PUENTE HUALLAGA

Sabado: 13/06/2020

SENTIDO : Pillco marca – Amarillis

VIA PE 18A KM. 00+420

INICIO	TERMINO	AUTOMOVILES	CAMIONETAS Y VANS	BUSES Y OMNIBUSES	CAMIONES SIN REMOLQUE		SEMI REMOLQUE				CON REMOLQUE	TOTAL
9:00	10:00											371
10:00	11:00											351
11:00	12:00											241
12:00	13:00											219

CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO: PUENTE HUALLAGA

Sabado: 13/06/2020

SENTIDO : Amarillis – Pilleo Marca

VIA PE 18A KM. 00+420

INICIO	TERMINO	AUTOMOVILES	CAMIONETAS Y VANS	BUSES Y OMNIBUSES	CAMIONES SIN REMOLQUE		SEMI REMOLQUE				CON REMOLQUE	TOTAL
9:00	10:00											268
10:00	11:00											257
11:00	12:00											254
12:00	13:00											242

NOTA BIOGRÁFICA

Pilar Milagros Vela Aguirre: es bachiller en Ingeniería Civil por la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, cursó sus estudios secundarios en el Colegio Nacional de Aplicación de la UNHEVAL. Ha laborado en la Municipalidad Provincial de Huamalíes en la Unidad de Formulación de Proyectos de Inversión Pública.

"Año de la Universalización de la Salud"

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN"

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

DECANATO

ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL DE TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

n la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los trece días del mes de mayo de 2021, siendo las 18:00 pm, se dará cumplimiento a la Resolución Virtual N°138-2021-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis), y la Resolución Virtual N°160-2021-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 04.MAY.2021 (Fijando fecha y hora de sustentación virtual de tesis), en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, para lo cual, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N° 0970-2020-UNHEVAL (Aprobando la Directiva de Asesoría y Sustentación Virtual de PPP, Trabajos de Investigación y Tesis), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación virtual de tesis titulada **"EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PUENTE HUALLAGA KM. 000+310 CARRETERA CENTRAL PE-3N, A EFECTOS DE SU INTERVENCIÓN PREVENTIVA - 2020"** para optar el Título de Ingeniero Civil del Bachiller **Pilar Milagros VELA AGUIRRE** de la carrera profesional de Ingeniería Civil, a través de la plataforma virtual del Cisco Meeting Webex.

Finalizado el acto de sustentación virtual de tesis, se procedió a deliberar la calificación, obteniendo luego el resultado siguiente:

APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
VELA AGUIRRE Pilar Milagros	APROBADO	CATORCE(14)	BUENO

Dándose por finalizado dicho acto a las: 20:00 horas del mismo día 13/05/2021 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.

Jorge ZEVALLOS HUARANGA
PRESIDENTE

Elbio Fernando FELIPE MATIAS
SECRETARIO

Charles Jimmy ALCEDO DIAZ
VOCAL

ANEXO 2

AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA DE PREGRADO

1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellidos y Nombres: Vela Aguirre, Pilar Milagros

DNI: **44658188** Correo electrónico: pilarmilagros@gmail.com

Teléfonos: Casa: Celular: **962868668** Oficina:

2. IDENTIFICAR DE LA TESIS

Pregrado
Facultad de : **INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA** E. P. : **INGENIERIA CIVIL**

Título profesional obtenido:

INGENIERO CIVIL

Título de la tesis:

"EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PUENTE HUALLAGA KM. 00+310 CARRETERA CENTRAL PE 3N, A EFECTOS DE SU INTERVENCIÓN PREVENTIVA-2020"

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor(es):

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción del Acceso
X	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, más no al texto completo.

Al elegir la opción “público”, a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web **repositorio.unheval.edu.pe**, por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas paginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya(n) marcado la opción “Restringido”, por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

_____

_____

Asimismo, pedimos indicar el periodo de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

( ) 1 año
( ) 2 años
( ) 3 años
( ) 4 años

Luego del periodo señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasara a ser de acceso público.

Fecha de firma:

31 de Abril del 2021

Firma del autor y/o autores: