



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS

EN EL PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA

PROGRESIVA KM 66+282 DE LA CARRETERA PE - 01N,

DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA,

DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL

AUTOR:

BACH. JEEN PAUL BOULANGGER NEIRA

ASESOR:

MGTR. CARMEN CHILON MUÑOZ

PIURA – PERÚ

2018

2. FIRMA DE JURADO Y ASESOR

Mgtr. Miguel Ángel Chan Heredia

Presidente

Mgtr. Wilmer Oswaldo Córdova Córdova

Miembro

Ing. Orlando Valeriano Suárez Elías

Miembro

Mgtr. Carmen Chilon Muñoz

Asesor

3. Hoja de agradecimiento y dedicatoria

Agradecimiento

Agradezco a mi mamá, a mi hermana y a mi familia que me acompaña en mi día a día, a mis amigos Gabriela, Erick, César, David, Gladys, Mercedes, Don David y todos los que me apoyaron a la ejecución y elaboración, y a mí, por la paciencia que gané realizando este trabajo.

Dedicatoria:

Este trabajo es dedicado a mi mamá, hermana y amigos, además para todos los que están interesados en lo que respecta a inspección visual de puentes.

4. RESUMEN Y ABSTRACT

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por título “DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM 66+282 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018” y pretende dar a conocer el estado actual del puente en mención. La extensión de este trabajo consta de dos partes; la primera se basa en los conceptos básicos que se deben tener en cuenta para el entendimiento de condición de servicio y patologías presentes en los puentes, la segunda, de la toma de datos en campo y su posterior análisis para la determinación el estado en el que se encuentra en Puente Debora Norte. Se seccionó el puente elementos, de tal manera que sea factible la evaluación (Puente = 150.70m de longitud). Fueron las siguientes: Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal), Vigas principales de concreto armado, Elevación de cuerpo de estribos de concreto armado, Elevación de pilares de concreto armado, Capa de asfalto, Vereda de concreto, Apoyos fijos y deslizantes, Juntas y Barandas. La metodología que se utilizó es de tipo descriptiva – cualitativa, basada en inspección visual de campo, guiándose además de formatos de fichas SCAP para determinar patologías y severidad de las mismas. La conclusión que se determinó fue que el Puente Debora Norte tiene una puntuación en la condición estadística de 2.36, lo que lo posiciona en una calificación de “REGULAR”, y la recomendación de realizar mantenimiento rutinario para el seguimiento de las fallas encontradas.

Palabras clave: Puente, evaluación, patologías, acero estructural, concreto armado

ABSTRACT

This research work is entitled "DETERMINATION AND EVALUATION OF PATHOLOGIES IN THE BRIDGE DEBORA NORTE, LOCATED IN THE PROGRESSIVE KM 66 + 282 OF THE ROAD PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCE OF TALARA, DEPARTMENT OF PIURA, MAY 2018" and aims to publicize the current status of the bridge in question. The extension of this work consists of two parts; the first is based on the basic concepts that must be taken into account for the understanding of service condition and pathologies present in the bridges, the second, of the data collection in the field and its subsequent analysis to determine the state in which It is located in Puente Debora Norte. The bridge elements were sectioned, in such a way that the evaluation is feasible (Bridge = 150.70m in length). They were as follows: Reinforced concrete slab (Transverse Reinforcement), Reinforced concrete main beams, Reinforced concrete abutment body elevation, Reinforced concrete pillars elevation, Asphalt layer, Concrete sidewalk, Fixed and sliding supports, Joints and Handrails. The methodology used was of a descriptive - qualitative type, based on visual inspection of the field, guiding itself in addition to SCAP file formats to determine pathologies and their severity. The conclusion that was determined was that the Debora Norte Bridge has a score in the statistical condition of 2.36, which positions it in a "REGULAR" rating, and the recommendation to perform routine maintenance to follow up on the faults found.

Keywords: Bridge, evaluation, pathologies, structural steel, reinforced concrete

CONTENIDO

1. Título de la tesis.....	i
2. Hoja de firma del jurado y asesor	ii
3. Hoja de agradecimiento y dedicatoria	iii
4. Resumen y abstract.....	v
5. Contenido.....	vii
6. Índice de gráficos, tablas y cuadros	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. MARCO TEÓRICO	4
2.1.1. Antecedentes.....	4
2.1.1.1. Antecedentes Internacionales	4
2.1.1.2. Antecedentes Nacionales	15
2.1.1.3. Antecedentes Locales	26
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	30
2.2.1. Puente.....	30
2.2.1.1. Clasificación	33
2.2.1.2. Partes de un puente	37
2.2.2. Evaluación de puentes	43
2.2.2.1. Daños en los puentes.....	51
2.3. BASES TEÓRICAS	62
2.3.1. Datos para la evaluación	62
III. HIPÓTESIS	78
IV. METODOLOGÍA	79

4.1. Diseño de la investigación	79
4.2. Población y muestra.....	80
4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores.....	80
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	81
4.5. Plan de análisis.....	81
4.6. Matriz de consistencia	82
4.7. Principios éticos	84
V. RESULTADOS	85
5.1. Resultados	85
5.2. Análisis de resultados	99
VI. CONCLUSIONES	113
Aspectos Complementarios	114
Referencias Bibliográficas	115
Anexos	120

Índice de Gráficos, Tablas y Cuadros

Figuras

Figura 01: Ponte Vedra, España – Luz de vano mayor a 50 m	33
Figura 02: Puente Caminero y Ferroviario	34
Figura 03: Puente mixto	35
Figura 04: Puente de la Constitución de 1812 – Cadiz – España (Atirantado)	36
Figura 05: Puentes Tipo Viga.....	40
Figura 06: Puentes Tipo Arco y Pórtico	42
Figura 07: Puente Colgante	43

Tablas

Tabla 01: Características de metodologías de análisis de condición estructural	44
Tabla 02: Condición o Estado del puente	62
Tabla 03: Rango de condición de un puente.....	101
Tabla 04: Factor de importancia de los elementos del puente	131

I. INTRODUCCIÓN

Los puentes han servido a la humanidad desde que esta inició de manera temprana con el descubrimiento de nuevas y mejores posibilidades con una tierra a la que acceder, para ello, construyeron caminos que podían atravesar obstáculos, naturales en ese momento, con la finalidad de seguir ampliando sus conocimientos.

Esta estructura, de las más complejas diseñadas por el ser humano, ha ido evolucionando desde su aparición tan simple como lo es dejar caer un tronco sobre un arroyo o apilar piedras en los extremos y colocar maderos a manera de tablero, hasta los enteramente de piedra como lo es el Puente Arkadiko, ubicado en Grecia, datado del siglo XIII a.C., uno de los más antiguos puente de arco existentes, hasta llegar a la actualidad en la que se utilizan materiales como la fibra de carbono como refuerzo de vigas de puente, lo que reduce considerablemente el peso del mismo, siendo el puente construido en Asturias en el año 20004 a cargo de Acciona Infraestructuras, el primero en utilizar polímeros reforzados con fibra de carbono en lugar de concreto, teniendo así los llamados Puentes de Plástico, que con sus ventajas principales de utilización de materiales inertes frente a los ataques químicos exhiben una alta durabilidad en ambientes agresivos y son más resistentes y ligeros que los materiales tradicionales, por lo que permite construir estructuras de menor espesor y mayor distancia entre apoyos, teniendo como base el mencionado anteriormente que tiene 46 m largo, siendo el mayor a nivel mundial con esas características.

La evaluación de los puentes pasa por el mantenimiento rutinario que se les deben dar, es decir, al menos una vez tienen que ser inspeccionados al año, desde los accesos, carpeta

asfáltica, veredas, barandas, guardavías, señalización horizontal, que son los elementos de la superestructura, hasta los pilares, estribos y vigas correspondientes a la subestructura, para revisar el estado, observar posibles fallas de proceso constructivo o diseño, determinando las actividades que requiere para mantenerlo en óptimas condiciones estructurales y funcionales buscando el bienestar de la población que los utilizarán.

La problemática fue acerca de ¿En qué medida, la determinación y evaluación de patologías del Puente Debora Norte ubicado en la progresiva Km 066 + 282 de la carretera PE – 01N, Distrito de Pariñas, Provincia de Talara, Departamento de Piura; nos permitirá conocer el nivel de deterioro y la condición de servicio actual del mismo?

El objeto general de la inspección es Determinar las patologías en el Puente Debora Norte ubicado en la Progresiva Km 066 + 282 de la carretera PE – 01N, Distrito de Pariñas, Provincia de Talara, Departamento de Piura

Los objetivos específicos que se seguirán son los siguientes:

- Determinar los tipos de patologías en el Puente Debora Norte ubicado la Progresiva Km 066 + 282 de la carretera PE – 01N, Distrito de Pariñas, Provincia de Talara, Departamento de Piura
- Determinar la patología de mayor incidencia encontrada en el Puente Debora Norte
- Conocer el estado actual y la condición de servicio en la que se encuentra el Puente Debora Norte ubicado la Progresiva Km 066 + 282 de la carretera PE – 01N, Distrito de Pariñas, Provincia de Talara, Departamento de Piura

La finalidad de la investigación radica en saber mediante una muestra tomada, en este caso, un puente tipo losa con vigas, el estado actual de dicha estructura mediante la evaluación de los elementos del mismo, determinando su importancia y grado de afectación que estas generen.

El trabajo se justifica por el valor que tienen este tipo de estructuras como lo son puentes carreteros, pues deben ser conservados en óptimas condiciones durante el periodo de vida para el cual ha sido diseñado, que va de la mano con el uso que se le dará a lo largo de los años, pues es una vía de comunicación que sortea diversos obstáculos para llevar desarrollo a las poblaciones inmediatas a ellos.

La importancia de la investigación se basa en dar a conocer la metodología que usa el Perú para la inspección de puentes, entender que contamos con una y es válido aprender cómo funciona, evaluando elementos del puente por separado, con un grado de afectación que varía de acuerdo a las patologías que se encuentren en ese momento, pues es un trabajo concreto, que evalúa las condiciones encontradas en un determinado momento, que es la fecha de levantamiento de información, para luego procesarlas e informar al ente correspondiente.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Antecedentes

2.1.1.1. Antecedentes Internacionales

A. LA INFRAESTRUCTURA DE PUENTES EN LAS VÍAS SECUNDARIAS DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA – COLOMBIA – 2014

(García G., John – Ospina G., Jaime – Graciano G., Edir) (2014)¹ Las vías terrestres son la principal herramienta para el desarrollo comercial y económico de una región. La falla de un puente en un proyecto vial genera la interrupción total del tráfico de bienes en su superficie, produciendo cuantiosas e incalculables pérdidas mientras se restituye el normal flujo vehicular. Antioquia cuenta con una de las redes viales secundarias más extensas del territorio colombiano, y en ella hay un número importante de puentes que conforman su patrimonio vial. Gran porcentaje de estos puentes no han recibido un mantenimiento adecuado desde su construcción posibilitando la aparición de fallas en su estructura e incluso su eventual colapso. El inventario realizado a la totalidad de puentes de las vías secundarias del departamento de Antioquia identificó los principales parámetros físicos del puente, su tipología constructiva, el tipo de estructura y el nivel de daños presentado. Como resultado se observa que la tipología estructural más empleada es la de puentes de concreto reforzado, con una longitud de mayor repetición entre 5m y 10m, de los

cuales el 11 % requiere una intervención inmediata por el nivel de daños presentados y el 48 % de ellos se encuentran funcionando adecuadamente.

El desempeño comercial de cualquier región está directamente relacionado con el estado de sus vías de transporte y obras de infraestructura vial. Los puentes son estructuras que permiten salvar accidentes geográficos para dar continuidad y permitir eficazmente la comunicación entre dos regiones. Durante los crudos periodos de lluvia en Colombia, ocurridos entre los años 2010 y 2012, varios puentes colapsaron comunicando muchas de sus poblaciones periféricas e incluso algunas de sus capitales principales. El departamento de Antioquia no estuvo exento a este tipo de eventos, por el contrario, gran porcentaje de sus habitantes vieron como toneladas de sus productos se deterioraron como consecuencia de los taponamientos provocados por el colapso de los puentes y corredores viales, generando cuantiosas pérdidas económicas a sus habitantes y el detrimento a las finanzas del Estado.

Por otra parte, el escaso mantenimiento y la poca revisión que se realiza al sistema estructural de un gran número de puentes en el territorio colombiano, incrementa la probabilidad de que se generen fallas por el deterioro de su estructura, que conduzcan posteriormente a su cierre parcial y, en casos más extremos, al colapso de su estructura.

Es por esta razón que, con el apoyo de la Secretaría de Infraestructura Física del Departamento de Antioquia, se ha desarrollado un inventario general de todos los puentes pertenecientes a su red vial secundaria, con la finalidad de establecer una herramienta estadística que pueda servir de apoyo a los diferentes entes

gubernamentales encargados del buen funcionamiento de este tipo de estructuras. De tal forma que esta información les permita conocer el estado actual de su infraestructura e implementar planes de mantenimiento preventivo y correctivo que mitiguen los principales problemas que presentan hoy en día este tipo de estructuras y se genere una política de inspección periódica con miras a conservarlas en buen estado en el departamento de Antioquia.

Esta investigación, desarrollada entre los años 2008 y 2012, hace un inventario completo de todos los puentes pertenecientes a la red vial secundaria del departamento de Antioquia, donde se expone un análisis estadístico de las diferentes tipologías de los 1283 puentes auscultados que existen en esta red.

Las conclusiones generadas de la investigación fueron las siguientes:

- Gran porcentaje de los puentes que pertenecen a la red vial secundaria del departamento de Antioquia son de corta longitud, predominantemente en el rango entre 5-10m con un 40,69 %, seguida de la longitud comprendida entre 0-5m con un 26,27 %.
- La mayor tipología de construcción de los puentes en las vías secundarias de Antioquia son los puentes construidos en concreto reforzado con un 64,35 %, seguido de los *box culvert* con un 28,94 %.
- Las regiones con el mayor porcentaje de la infraestructura de puentes en la red vial secundaria para el departamento de Antioquia son el Suroeste con el 42,40 % y el Oriente con el 19,17 %.

- Más del 50 % de los puentes que pertenecen a la red vial secundaria del departamento de Antioquia requieren de algún tipo de intervención, observándose la necesidad de implementar nuevas técnicas de intervención y monitoreo que disminuyan este porcentaje en el tiempo y garanticen la estabilidad de este tipo de infraestructura durante su vida útil.
- Las inversiones necesarias para construir un metro lineal de estructura de puentes son muy onerosas si se compara con el costo por metro lineal de otras tipologías de obras usadas frecuentemente en la infraestructura vial. Por tal motivo es de vital importancia para todos los organismos encargados del mantenimiento y construcción de este tipo de estructuras velar para que se planifiquen los mantenimientos adecuados y se garantice el correcto funcionamiento de estas obras durante su vida útil.
- Tanto la altura de los estribos como el gálibo característico de los puentes, son variables estadísticamente dependientes y su mayor concentración para los puentes de la red vial secundaria del departamento de Antioquia se encuentra en el rango de 2-4m.
- Los mayores defectos que presentaron las superestructuras de los puentes durante el inventario realizado fueron el desgaste normal con un 29,96 % seguido de la acumulación de material con un 16,70 %.
- Asimismo, las subestructuras presentaron presencia de fisuras en un 26,42 % de los casos auscultados y la socavación de sus estribos con el 18,88 %.

- La mayor enseñanza de la ola invernal durante los años 2010 a 2012 en Colombia, reside en la necesidad de adoptar correctivos que permitan mitigar y prevenir el impacto futuro de factores adversos sobre los puentes de la red de puentes a lo largo y ancho de la geografía nacional. Consecuente con lo anterior, es conveniente revisar los parámetros de diseño, consultar a las personas con experiencia en patología de puentes y demás temas relacionados, para que las variables de diseño se ajusten a los diferentes factores geológicos, hidráulicos, ambientales y sísmicos que inciden en la decisión del tipo de estructura a utilizar en la construcción de un puente, cotejando previamente variables como materiales y sistema estructural, versus costos de mantenimiento durante la vida útil de este tipo de estructuras.

B. ESTUDIO DEL ESTADO DE LOS PUENTES EN LA CARRETERA CENTRAL EN SU TRAVESÍA POR LA PROVINCIA DE MATANZAS – CUBA – 2012.

(Cuba C., Yordanis – González A., Lui) (2012)² La Carretera Central es considerada una de las Siete Maravillas de la Ingeniería Civil en Cuba, según selección realizada en 1997 por la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba-UNAICC. Con el paso de los años, estudiosos de esa obra refuerzan su criterio de que fue el primer megaproyecto realizado en Cuba, por la complejidad de su ejecución y porque atravesó la isla por su centro. Considerando que uno de los territorios atravesados por esta importante vía, es la provincia de Matanzas, y que, desde su puesta en explotación, a finales de la década del 20' del siglo pasado, han

sido escasas las acciones de conservación (mantenimiento, rehabilitación y adaptación), es que se decide actualizar el estado de los puentes localizados en esta importante vía y a su vez proponer acciones de carácter general para la gestión de su rehabilitación.

La necesidad de actualizar el estado de los puentes de la Carretera Central en la provincia de Matanzas, partiendo de la última inspección, realizada en el año 2000 por especialistas de la Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería (EMPAI) de Matanzas, bajo el auspicio y sustento del Centro Provincial de Vialidad-CPV perteneciente al Ministerio del Transporte, encargado del control en la explotación y conservación de las vías del interés nacional, como la que se estudia. Así, con este estudio, se pretende establecer el incremento o no del deterioro que presenta cada uno de sus puentes.

Estas obras constituyen un eslabón importante para garantizar la circulación de vehículos por esta vía, vital aún para la transportación de cargas y pasajeros. Estas estructuras con más de ochenta años de sobreexplotación, se presentan con un alto estado de deterioro según estudios. Lo anterior implica que, en un momento determinado, con el auge en nuestra economía previsto para los próximos años, se requiera de los diseños para la rehabilitación o intervención en los mismos. Como resultado, se propondrán cuáles serían de esas estructuras, las que tendrían que ser sometidas de manera priorizada, a investigaciones de mayor envergadura, para determinar el estado estructural en su capacidad para seguir admitiendo las cargas

en circulación. Así se podrá alertar sobre la necesidad de intervención, en los puentes con deterioro más alto, a fin de prolongar su explotación.

Por otra parte, se alcanzó la actualización del Inventario Nacional de Puentes para el caso en estudio.

Se alcanzó con este trabajo la actualización del estado de los puentes en la travesía de la Carretera Central por la provincia de Matanzas.

Las conclusiones de la presente investigación fueron las siguientes:

- Se proponen acciones generales para la rehabilitación, reparación, reconstrucción o adaptación de estas obras ingenieras atendiendo a las nuevas exigencias del tráfico, enfatizándose en las inmediatas para los puentes con daños más severos.
- Se crea la información escrita y gráfica que permitirá actualizar, los soportes para bases de datos, del dominio de la institución encargada de la conservación para esta vía de interés nacional.
- Se informan los resultados a funcionarios del Centro Provincial de Vialidad-CPV; estos a su vez serán los encargados de transmitirlos a decisores de la provincia, con la intención de que se planifiquen las acciones generales para la intervención en los puentes de esta vía, de modo tal que se pueda prolongar su explotación, utilizando de manera adecuada los recursos disponibles.

Las recomendaciones de la investigación son las siguientes:

- Cumplir con lo estipulado por las normativas internacionales, de que para puentes en explotación, además del reconocimiento ordinario, deben realizarse inspecciones por personal especializado reconocido, en un tiempo que no debe exceder los 4-5 años.
- Establecer por el CNV (para este caso, en que esta vía resulta de su interés), un sistema riguroso que controle los trabajos correspondientes al mantenimiento ordinario y a cualquier otra acción de conservación.
- Extender este tipo de estudio a estructuras que están en el rango de los 6,0 y 10,00 m (consideradas hasta este momento como obras de fábrica menores), que incluso todas en el caso de la travesía de esta vía por Matanzas, tienen una tipología similar a las que están en el rango de 10,0 a 16,0 m.
- Pasar de inmediato a los estudios y soluciones para la reparación o reconstrucción de las estructuras de puentes más dañadas y, que en años próximos pudiesen alcanzar fallos generalizados, como son los casos de: puente sobre río Canímar, paso inferior del FFCC Central en el nuevo trazado que asumió la Carretera Central, en Limonar; puente en Coronado, elevado de Coliseo, elevado de Jovellanos y puente en río Cochino, Colón.

C. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS EN PUENTES DE CARRETERAS URBANAS Y RURALES – BRASIL – 2011

(Tadeu M., Nilson – Lenz S., Artur) (2011)³ La preocupación con un gran número de puentes con importantes problemas patológicos fue el factor de motivación para llevar a cabo esta investigación. Puentes de tamaños mediano y pequeño tienen

relevancia significativa en el desarrollo económico y social del país, pues deben garantizar el tránsito de personas, vehículos, materias primas y productos locales. Sin embargo, las precarias condiciones de los puentes en las zonas urbanas y rurales hacen difícil el desplazamiento, causando incomodidad e inseguridad para los usuarios. Por otro lado, los costos de transporte para los productores y el mantenimiento para los gobiernos locales continúan aumentando. Este artículo tiene la intención de evaluar las condiciones de conservación de puentes pequeños y medianos en la región urbana y rural de Campinas (SP)-Brasil. Así, este estudio se basa en el análisis de cuatro puentes de esta región, en los que se presentan varios ejemplos sobre el terreno de las manifestaciones patológicas en puentes de concreto, acero y madera. Este artículo también se centra en el diseño de puentes y la relación con su estado patológico estableciendo conceptos que podrían aplicarse al método correctivo y a la identificación de la patología en puentes de concreto, acero y madera. Por último, el objetivo es concluir que la forma más adecuada para evitar un estado patológico es el mantenimiento preventivo.

La importancia de los puentes en el desarrollo y en las relaciones humanas ha sido el objetivo principal del impulso para el conocimiento en la construcción y mantención de dichas estructuras.

En general el propósito inicial de un puente es superar un obstáculo para luego continuar el camino. Sin embargo, tomando en cuenta la literatura técnica sobre clasificaciones de puentes, es necesario considerar aspectos de diseño, tales como

obstáculos superados, vistas laterales, cantidad de vanos libres, área de soporte que constituye el material, naturaleza del tránsito, etc.

En general, se reconoce que técnicamente existe un énfasis en los grandes puentes con sistemas estructurales complejos, sin considerar adecuadamente los puentes pequeños y de tamaño mediano. Sin embargo, miles de pequeños puentes conectan a un sinnúmero de personas, ofreciéndoles acceso a oportunidades de recursos necesarios y a un flujo de producción.

Desgraciadamente, es posible notar que la mayoría de los puentes rurales y urbanos presentan condiciones patológicas críticas, poniendo en riesgo la seguridad de la sociedad y produciendo pérdidas económicas.

Este artículo intenta colaborar con las tareas de identificación de patologías en puentes pequeños y de tamaño mediano. Para tal efecto, es necesario revisar los factores relativos a los diseños de puentes y patologías en estructuras de madera, acero y concreto. El trabajo de identificación de la patología de un puente es presentado, en conjunto, con un caso de estudio realizado en cuatro puentes de Campinas (SP) en el sudeste de Brasil.

Las conclusiones del trabajo de investigación fueron las siguientes:

- Esta investigación entrega importante información que es extremadamente relevante para el área de la ingeniería civil, en especial para la mantención de infraestructura de caminos en un país en vías de desarrollo, que debiera mejorar

sus medios de transporte con el fin de incrementar sus exportaciones y mejorar su economía. Este factor podría contribuir a elevar el bienestar de su población.

- Este artículo destaca las inadecuadas condiciones de muchos puentes para el tráfico vehicular. Esto es confirmado por el número comprobado de patologías serias encontradas, que proveen evidencia sobre las deficiencias en planificación, diseño y mantención.
- La revisión de literatura en que se basa este artículo, expresa la importancia del diseño centrado en principios sólidos, involucrando a un equipo multidisciplinario para evaluar todos los puntos dando así al diseño de puentes un carácter funcional, económico, estético y medioambiental. También se observa la necesidad de conocimiento técnico en relación al estudio de patologías antes de realizar una inspección. En el aspecto de la durabilidad, se observa que las patologías localizadas afectan significativamente la estructura, y a través de ellas pueden surgir otras patologías que reducirían la vida útil de la estructura.
- Se sugiere que, para cada uno de los puentes estudiados, que presentan casos más severos, las entidades públicas presenten soluciones viables, tales como el reemplazo de estructuras dañadas por nuevos puentes, actuando de manera rápida y con eficiencia en la implementación de tales estructuras.
- Finalmente se concluye que la prevención es la mejor manera de prevenir condiciones patológicas. La mantención preventiva es apoyada no sólo por un

correcto diseño o apropiada implementación de acuerdo a parámetros de calidad, sino también por un programa de mantención estructural.

2.1.1.2. Antecedentes Nacionales

A. DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR CHANCHARÁ DE TIPO VIGA-LOSA, EN EL RÍO PONGORA, DISTRITO DE PACAYCASA, PROVINCIA DE HUAMANGA, REGIÓN AYACUCHO – PERÚ – 2016

(Andia R., Efrén) (2016)⁴ El informe de tesis lleva por título “Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular chanchará de tipo viga-losa, en el río Pongora, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho, marzo – 2016.”. Tiene como problema de investigación: ¿En qué medida la Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular chanchará de tipo viga-losa, nos permitirá obtener el nivel de severidad de las patologías de concreto en dicho Puente? La metodología de investigación empleada fue descriptiva, cualitativa, no experimental y de corte transversal. Su objetivo general fue determinar y evaluar las patologías del concreto armado en los elementos estructurales de dicho puente. La población o universo estuvo conformada por la infraestructura del puente “Chanchará”, la muestra fue constituida por todos los elementos estructurales del puente, se identificó y cuantificó las patologías por su tipo y severidad, de ese modo se estableció un

diagnostico su estado; se empleó la técnica de la observación y como instrumento de recolección de datos una ficha de inspección, que luego fue procesada. Concluyéndose que el 60.46 % de los componentes en los elementos en estudio presentan patologías, siendo las de mayor área eflorescencias, fisuras y erosión por abrasión, y la patología de mayor peligrosidad la socavación. Por lo tanto, el nivel de severidad del puente es 4 por ende el estado actual del puente Chanchará es Muy Malo.

En el Perú, los puentes en los últimos años han tomado mucha importancia, que se ha sido tomado interés en su construcción por parte de MTC de diferentes tipos y materiales, favoreciendo a muchas ciudades, familiares y que el comercio ha sido considerado punto fundamental para el desarrollo del país.

Es importante remarcar que en este tipo de infraestructuras la vida útil o el deterioro que se suscite varían en su gran mayoría por los métodos de construcción empleados, el proceso constructivo, los factores climáticos, la ubicación, el uso asignado, el mantenimiento que se le otorgue, etc. Deficiencias que a largo o corto plazo generan problemas de inseguridad para los vehículos que transitan, para las personas y el comercio.

El puente Chanchará se encuentra en el poblado de Chanchará, anexo de compañía, distrito de Pacaycasa, Provincia Huamanga, Región Ayacucho, se localiza a Latitud Sur $13^{\circ} 4'26.31''S$, Longitud $74^{\circ} 15'27.04''O$ con una elevación de 2425.50 msnm, una temperatura máxima de $26^{\circ}C$, y mínima de $13^{\circ}C$ en época de invierno.

El “Puente Chanchará” fue construido entre los años de 1983 a 1984, por CORFA, institución del Gobierno Regional de Ayacucho de aquel entonces, teniendo actualmente en sus estructuras una edad de 32 años, de una longitud de 46.50m de tipo esviado el segundo tramo, la cual al pasar el tiempo ha presentado patologías considerables en su estructuras debido a los factores climatológicas, control de carga y falta de mantenimiento periódico que estos en su conjunto originan la presencia temprana de las patologías en la estructura del puente.

Por lo tanto, necesariamente se realizará una inspección general de estructura, tanto de manera interna como de manera externa, pudiendo así determinar y evaluar los diferentes tipos de patologías que esta presenta. En tal sentido el presente trabajo se desarrollará aplicando la Guía de Inspección del MTC – 2006, para obtener el nivel de severidad de las Vigas principales, diafragmas, barandas, vereda, tablero, capa de rodadura, pilares, estribos y cimientos, etc. La investigación a realizar será netamente de tipo Descriptivo y Visual.

Tenemos un problema de investigación: ¿En qué medida la Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto Armado en los Elementos Estructurales del Puente Vehicular Chanchará de Tipo Viga – Losa, nos permitirá obtener el nivel de severidad de las patologías de concreto en dicho Puente?

Para responder a esta interrogante se planteó como objetivo general: **Determinar y evaluar las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente vehicular Chanchará de tipo viga-losa, en el río Pongora del distrito Pacaycasa,**

provincia de Huamanga, región Ayacucho. Entonces para alcanzar el objetivo general los objetivos específicos fueron:

- Identificar los tipos de patologías del concreto que presentan los elementos estructurales del Puente Vehicular Chanchará de Tipo Viga-Losa, en el río Pongora del distrito Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho, marzo – 2016.
- Analizar los tipos de patologías del concreto que presentan los elementos estructurales del Puente Vehicular Chanchará de Tipo Viga-Losa, en el río Pongora del distrito Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho, marzo – 2016.
- Obtener el nivel de severidad de las patologías del concreto en los elementos estructurales del Puente Vehicular Chanchará de Tipo Viga-Losa, en el río Pongora del distrito Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho, marzo – 2016.

Asimismo, esta investigación se justifica por la necesidad de conocer el estado actual de los elementos estructurales del Puente; a partir de la determinación y evaluación de las patologías; sino establecer un diagnóstico, el cual será presentado al distrito de Pacaycasa y gobierno regional de Ayacucho para que pueda servir de base en futuras decisiones de reparación, mantenimiento o reconstrucción.

La metodología planteada fue descriptiva-cualitativa, no experimental y de corte transversal en marzo de 2016. La población estuvo conformada por toda la estructura del Puente Chanchará y la muestra estuvo compuesta por todos los

componentes de los elementos estructurales del Puente Chanchará. Se utilizó la técnica de la observación y como instrumento una ficha de inspección. El procesamiento de los datos e información recolectada se realizó de acuerdo al plan de análisis establecido para este estudio. Donde se obtuvo como resultados un nivel de severidad muy malo (4) y un porcentaje de afectación de 60.46%.

Finalmente se espera lograr con esta investigación no solamente la determinación y evaluación de patologías, sino ofrecer a futuros investigadores un material de consulta sobre este tema y así obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

El presente trabajo de investigación tiene las siguientes conclusiones:

- El marco teórico de la presente investigación estableció un sistema coordinado y coherente de conceptos y conocimientos que permitió abordar el problema de investigación de la manera más adecuada.
- Los tipos de patologías que presentan los elementos estructurales del puente vehicular chanchará de tipo viga-losa, en el río Pongora, distrito de Pacaycasa, provincia de Huamanga, región Ayacucho; fundamentalmente son eflorescencia con 229.42 m² equivalente a (25.44%), seguido de fisuras con 158.78 m² equivalente a (17.61%), erosión por abrasión con 143.12 m² equivalente a (15.87%), desprendimientos con (7.35%), fracturas (6.17%), grietas (5.84%), humedad (5.53%), erosión por cavitación (4.49%), corrosión de concreto (3.12%), impactos (2.52%), colonización (2.14%), lixiviación por aguas blandas (2.11%), y finalmente socavación (1.83%), estas son las patologías de mayor

incidencia que han ocupado más áreas en el Puente Chanchará en sus diferentes componentes.

- Para saber el nivel de severidad en el puente se ha evaluado por tramos, las cuales han sido comparadas como se observa en la figura 107; donde el tramo I tiene nivel de severidad Regular (2) y el tramo II tiene nivel de severidad Pésimo (5).
- Se observa que 60.46% tiene patologías de afectación al Puente, por lo tanto, podemos concluir que el estado actual del puente tiene nivel de severidad Muy Malo (4), según la tabla del MTC – 2006, debido a la socavación que existe en el estribo izquierdo.

**B. FALLAS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CHACARUME, CELENDÍN;
SEGÚN LA DIRECTIVA N° 01-2006-MTC/14, DEL MINISTERIO DE
TRANSPORTES Y COMUNICACIONES – PERÚ – 2014**

(Bazán L., Yerson) (2014)⁵ Todas las construcciones civiles acumulan daño gradualmente durante su vida útil, particularmente los puentes vehiculares, siendo la fatiga y los efectos ambientales las principales causas de deterioro. Este trabajo se centra en la evaluación de fallas estructurales en puentes aplicando la metodología de la Guía de Inspección de Puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, la cual permite analizar los puentes de concreto reforzado, con el objeto de optimizar y planear de mejor manera los programas de conservación para este tipo de estructuras.

En el presente trabajo se evaluó el puente Chacarume, localizado en la Provincia de Celendín, en la sierra norte del Perú, con el objeto de evaluar las fallas estructurales en la subestructura y superestructura. Así como su antigüedad, la falta de mantenimiento, Índice Medio Diario, incremento en la carga de diseño, contaminación del Río Chacarume, entre otros; que son los factores principales para evaluar las fallas estructurales, y así prevenir que la estructura falle por fatiga o en el peor de los casos colapse.

Luego de haber realizada la evaluación en base a la directiva No 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se obtiene la clasificación No 3; debido a la pérdida de sección que está presentando en la parte inferior de la losa, deterioro o socavación en la parte del cimiento las cuales podrían afectar seriamente a los elementos estructurales primarios, pudiendo observarse ya desplazamientos horizontales y verticales entre losas.

Hay posibilidad de fracturas locales, pudiendo presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.

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

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

Más aun en el plano local, el puente de Chacarume- Celendín, el cual es materia de la presente investigación, no hay una debida preocupación por el estado en el que se encuentra, la falta de evaluación y la ausencia de mantenimiento está causando muchas deficiencias, a su vez el puente Chacarume ha sufrido diversos cambios a lo largo del tiempo como incrementos en la carga de diseño, aumento del Índice Medio Diario, socavación por lluvias extraordinarias, etc., que silenciosamente y de manera casi imperceptible van deteriorando su estructura lo cual constituye un alto riesgo de producirse la falla por fatiga o por acciones sísmicas no consideradas.

Es por ello que se plantea la siguiente interrogante ¿Qué fallas estructurales se han producido en el Puente Chacarume, Celendín; según las directiva No 01- 2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones?

C. NIVEL DEL DETERIORO ESTRUCTURAL EN EL PUENTE DE CONCRETO "PUENTE ORELLANA" – JAÉN – PERÚ – 2013

(Moreno R., Artidoro) (2013)⁶ La evaluación estructural de un puente debe ser periódica, la cual determina el nivel de deterioro de la estructura, la misma que

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

El presente trabajo de investigación estuvo referido a que no hay una debida preocupación por el estado en el que se encuentra, la falta de evaluación y la ausencia de mantenimiento está causando muchas deficiencias, a su vez el puente

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

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

En la actualidad, muchos puentes de concreto con pocos años de servicio o muy antiguos, requieren ser evaluados estructuralmente debido a su deterioro, a causa de la corrosión, deformaciones, exposición de aceros de refuerzo, agrietamientos, catástrofes naturales, incremento del IMD y fatiga; cuya finalidad es prevenir riesgos para las personas que transitan y determinar el nivel de daño que presenta la estructura para adoptar una propuesta de actuación acorde con los intereses del propietario de la comunidad. (MTC -2007).

La justificación básica que llevo a desarrollar la presente investigación, fue la necesidad de dar solución a la problemática existente en el Puente Orellana, esto debido a que no se ha realizado ninguna inspección y mucho menos un mantenimiento del mismo, por lo tanto, el presente estudio resulta necesario, debido a que los resultados obtenidos permitirán conocer científicamente los deterioros

existentes en el Puente Orellana de la ciudad de Jaén. La importancia de realizar la investigación del puente es para verificar el estado en el que se encuentra y así prevenir posibles daños e incluso el colapso, evitando el gasto público innecesario.

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

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

Las conclusiones de la investigación fueron las siguientes:

- 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 determinó 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.

Concreto: 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 índice de Condición de la superestructura, el mismo que determinó 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 índice de Condición de la subestructura, el mismo que determinó el estado actual como, ESTADO REGULAR con un ICP=3.31; la subestructura comprende los estribos y pilares, así como las cimentaciones.

Palabras Clave: Patología, defecto, Inspección, Inventario, puente, evolución, presupuesto, daño, conservación, mantenimiento, gestión, actuación.

2.1.3. Antecedentes Locales

A. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS ESTRUCTURAS DE LOS PUENTES CARROZABLES DE LA REGIÓN PIURA – 2014: PUENTE BOLOGNESI,

PUENTE SÁNCHEZ CERRO, PUENTE INTENDENCIA LUIS A. EGUIGUREN, PUENTE AVELINO CÁCERES 1º, 2º, PUENTE MIGUEL GRAU, PUENTE INDEPENDENCIA, Y LA INFLUENCIA PATOLÓGICA EN SU VIDA ÚTIL. PIURA, MARZO – 2014.

Ipanaqué C, Jhonny (2014)⁷ El Objetivo general, en el presente proyecto se determinó y evaluó las patologías de las estructuras de los puentes vehiculares de la región de Piura y con ello su grado de vulnerabilidad frente a las patologías existentes; con la finalidad de adoptar las medidas correctivas, preventivas, de rehabilitación y/o mantenimiento de las estructuras de los puentes. El resultado es la determinación del grado de daño por las patologías de los componentes del Puente Bolognesi, Puente Sánchez Cerro, Puente Intendencia Luis A. Eguiguren, Puente Avelino Cáceres 1º, 2º, Puente Miguel Grau, Puente Independencia de la Región de Piura, en función a los resultados obtenidos de acuerdo a la guía de inspección para puentes (MTC-Perú); 2006. Las conclusiones:

- En el presente estudio se ha hecho los estudios de cuatro puentes analizando cada uno de ellos en el contenido.
- En lo que concierne al pavimento del puente, este presenta desgaste por el continuo tránsito, asimismo, las juntas de expansión de ambos puentes se encuentran en mal estado de conservación.
- Las patologías más incidentes son: grietas, deterioro, deformación, eflorescencia, oxidación, básicamente presentes en los accesorios del puente (barandas, pavimento, junta de expansión, veredas, etc).

B. VULNERABILIDAD DE LOS PUENTES

Grado de Daño que sufre un puente como consecuencia de eventos extremos, con períodos de retorno en exceso de la vida útil del puente, tales como: Terremotos, avenidas extremas con socavación, choques de vehículos, cargas excepcionales o acciones de terrorismo.

IMPACTOS DEL FENÓMENO DEL NIÑO EN LOS PUENTES DEL NORTE

Sánchez M., Víctor (2015)⁸ El Fenómeno El Niño afecta especialmente la costa norte del Perú. Dentro de esta área se ubican las ciudades de Piura y de Castilla, las cuales están separadas por el Río Piura. Estas ciudades tienen un clima semi – árido, típico de la costa norte del Perú, debido a la proximidad a la línea ecuatorial y a la presencia de la corriente marina Humboldt, de aguas frías. Estas características ocasionan una alta temperatura ambiental y la escasez de las precipitaciones, salvo los esporádicos ingresos de las corrientes marinas de las aguas calientes debido al fenómeno de “El Niño”. Desafortunadamente, el Fenómeno El Niño ocurre cada vez con mayor fuerza y el período de retorno es más corto. Entre 1983 y 1998, gran parte del Departamento de Piura, ha soportado dos impactos de este fenómeno, provocando serios daños ya indicados.

Durante estos dos eventos se han presentado intensas y persistentes precipitaciones, que han sobrepasado las magnitudes anuales hasta entonces registradas. En 1982/83, en la cuenca del río Piura, las precipitaciones alcanzaron los valores por encima de

los 2000 mm y hasta 4000 mm, siendo los valores promedios anuales acumulados entre 60 y 150 mm.

Como consecuencia de estas precipitaciones, en la cuenca del río Piura se registraron caudales extraordinarios, sobrepasando todos los valores históricos que se están analizando desde 1926 (estación Sánchez Cerro). En el caso del fenómeno hidrológico de 1983, durante un periodo de 189 días, el caudal máximo registrado alcanzó 3.200 m³/s (07 de mayo), mientras que el volumen de la escorrentía total alcanzó casi 11 MMC. Durante el fenómeno (1998) los valores no sólo fueron similares sino inclusive han sobrepasado algunos valores de 1983. Durante un periodo de 161 días, el caudal en el río Piura alcanzó el valor máximo de 4424 m³/s (12 de marzo), mientras que el volumen de la escorrentía total fue de 13,5 MMC.

Este fenómeno se puede explicar analizando la forma y la morfología del río en el tramo urbano. Aguas arriba del tramo urbano el río tiene un ancho durante avenidas de más de un kilómetro, lo mismo que caracteriza a la zona aguas abajo del tramo urbano. En el tramo urbano el río tiene un ancho del fondo de apenas 100 m, formando de tal manera un estrechamiento fuerte en el tramo urbano, comparado con los tramos aguas arriba y aguas abajo, generando una gran erosión general del cauce y local en la zona de los pilares.

Por efectos hidráulicos y socavación de los cimientos de apoyos, en la ciudad de Piura colapsaron dos puentes, puente San Miguel (Viejo) y Bolognesi, perdiéndose en estos accidentes varias vidas humanas.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Puente

Claros Ch., Ricardo– Meruvia C., Pedro (2004)⁹ El arte de construir puentes tiene su origen en la misma prehistoria. Puede decirse que nace cuando un buen día se le ocurrió al hombre prehistórico derribar un árbol en forma que, al caer, enlazara las dos riberas de una corriente sobre la que deseaba establecer un vado. La genial ocurrencia le eximía de esperar a que la caída casual de un árbol le proporcionara un puente fortuito. También utilizó el hombre primitivo losas de piedra para salvar las corrientes de pequeña anchura cuando no había árboles a mano. En cuanto a la ciencia de erigir puentes, no se remonta más allá de unos siglos y nace precisamente al establecerse los principios que permitían conformar cada componente a las fatigas a que le sometieran las cargas.

El arte de construir puentes no experimentó cambios sustanciales durante más de 2000 años. La piedra y la madera eran utilizadas en tiempos napoleónicos de manera similar a como lo fueron en época de julio Cesar e incluso mucho tiempo antes. Hasta finales del siglo XVIII no se pudo obtener hierro colado y forjado a precios que hicieran de él un material estructural asequible y hubo que esperar casi otro siglo a que pudiera emplearse el acero en condiciones económicas.

Al igual que ocurre en la mayoría de los casos, la construcción de puentes ha evolucionado paralelamente a la necesidad que de ellos se sentía. Recibió su primer gran impulso en los tiempos en que Roma dominaba la mayor parte del mundo conocido. A medida que sus legiones conquistaban nuevos países, iban levantando

en su camino puentes de madera más o menos permanentes; cuando construyeron sus calzadas pavimentadas, alzaron puentes de piedra labrada. La red de comunicaciones del Imperio Romano llegó a sumar 90000 Km. de excelentes carreteras.

En razón del propósito de estas estructuras y las diversas formas arquitectónicas adoptadas se pueden definir como; “obras de arte destinadas a salvar corrientes de agua, depresiones del relieve topográfico, y cruces a desnivel que garanticen una circulación fluida y continua de peatones, agua, ductos de los diferentes servicios, vehículos y otros que redunden en la calidad de vida de los pueblos.”

El puente es una estructura que forma parte de caminos, carreteras y líneas férreas y canalizaciones, construida sobre una depresión, río, u obstáculo cualquiera. Los puentes constan fundamentalmente de dos partes, la superestructura, o conjunto de tramos que salvan los vanos situados entre los soportes, y la infraestructura (apoyos o soportes), formada por las pilas, que soportan directamente los tramos citados, los estribos o pilas situadas en los extremos del puente, que conectan con el terraplén, y los cimientos, o apoyos de estribos y pilas encargados de transmitir al terreno todos los esfuerzos. Cada tramo de la superestructura consta de un tablero o piso, una o varias armaduras de apoyo y de las riostras laterales. El tablero soporta directamente las cargas dinámicas y por medio de la armadura transmite las tensiones a pilas y estribos. Las armaduras trabajarán a flexión (vigas), a tracción (cables), a flexión y compresión (arcos y armaduras), etc. La cimentación bajo agua es una de las partes más delicadas en la construcción de un puente, por la dificultad

en encontrar un terreno que resista las presiones, siendo normal el empleo de pilotes de cimentación. Las pilas deben soportar la carga permanente y sobrecargas sin asentamientos, ser insensibles a la acción de los agentes naturales, viento, grandes riadas, etc. Los estribos deben resistir todo tipo de esfuerzos; se construyen generalmente en concreto armado y formas diversas.

Morales C., Hector (2016)¹⁰ Los puentes son uno de los elementos más importantes en la red vial, por lo que es necesario conocer sus condiciones para garantizar tanto una gestión efectiva como la seguridad pública. Por este motivo van surgiendo en los diferentes países los Sistemas de Gestión de Puentes (SGP).

Un SGP es una herramienta de gestión de recursos que se emplea para almacenar información detallada sobre el inventario de puentes y su estado y que además se puede emplear para establecer el programa de mantenimiento. El objetivo por el que se utiliza este sistema es la de la vigilancia y control del estado de los puentes para que sigan cumpliendo las funciones para la que fueron diseñados a lo largo de su vida útil, con unos costes mínimos (Simón-Talero Muñoz & Sánchez Martín-Falero, 2003).

Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Manual de Puentes (2016)¹¹ Para el MTC, un puente es una estructura requerida para atravesar un accidente geográfico o un obstáculo natural o artificial.

En resumidas cuentas, un puente es una estructura cuyo proyecto y cálculo pertenecen a la ingeniería estructural que son utilizados para salvar un obstáculo físico.

2.2.1.1. Clasificación

Claros Ch., Ricardo– Meruvia C., Pedro (2004) Se clasifican de diversas maneras, entre las que tenemos:

- **Por su longitud**

Puentes mayores (Luces de vano mayores a los 50 m.).

Puentes menores (Luces entre 10 y 50 m.).

Alcantarillas (Luces menores a 10 m.)

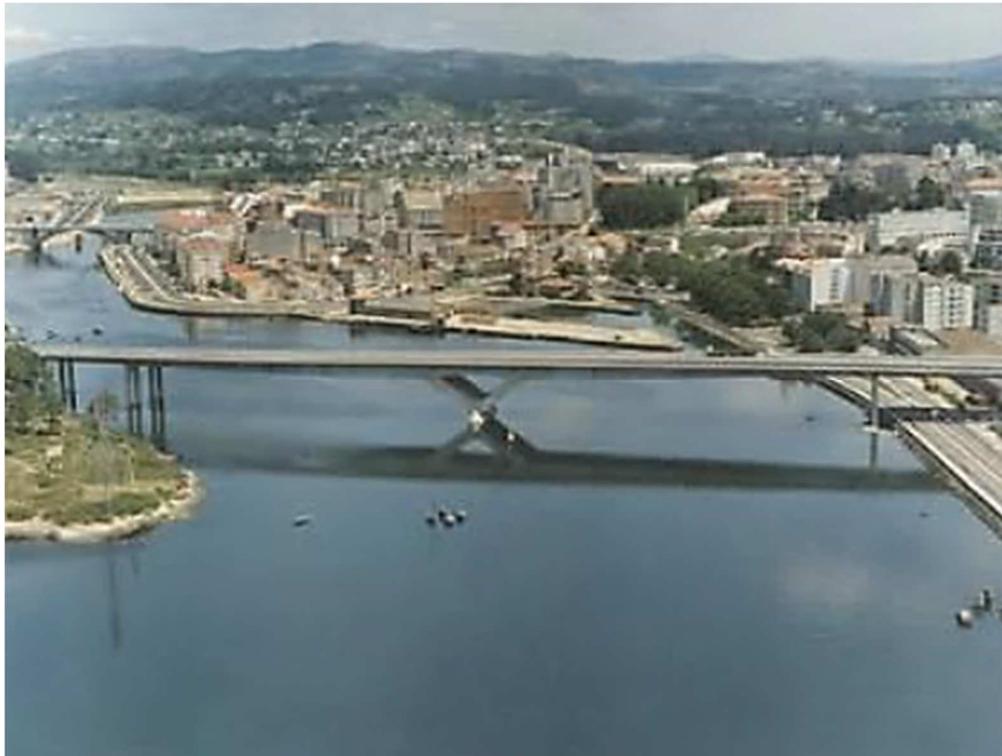


Figura 01: Ponte Vedra, España – Luz de vano mayor a 50 m

- **Por el servicio que presta**

Puentes camineros.

Puentes ferroviarios.

Puentes en pistas de aterrizaje

Puentes acueducto (para el paso de agua solamente).

Puentes canal (para vías de navegación).

Puentes para oleoductos.

Puentes basculantes (en zonas navegables)

Puentes parpadeantes (en cruces de navegación)

Pasarelas (o puentes peatonales)

Puentes mixtos (resultado de la combinación de casos).



Figura 02: Puente Caminero y Ferroviario

- **Por el material que se construye la superestructura**

Puentes de mampostería de ladrillo.

Puentes de mampostería de piedra.

Puentes de concreto ciclópeo.

Puentes de concreto simple.

Puentes de concreto armado.

Puentes de concreto pretensado.

Puentes de sección mixta.

Puentes metálicos.



Figura 03: Puente mixto

- **Por los mecanismos de transmisión de carga a la infraestructura**

Puentes de vigas.

Puentes aporticados.

Puentes de arco.

Puentes en volados sucesivos.

Puentes atirantados

Puentes colgantes.



Figura 04: Puente de la Constitución de 1812 – Cadiz – España (Atirantado)

Fuente: Interempresas

- **Por sus condiciones estáticas**

Isostáticos:

Puentes simplemente apoyados.

Puentes continuos con articulaciones (Gerber).

Puentes en arco (articulados)

Hiperestáticos:

Puentes continuos.

Puentes en arco.

Puentes aporticados.

Puentes isotrópicos o espaciales.

Transición:

Puentes en volados sucesivos (pasan de isostáticos a hiperestáticos).

- **Por el ángulo que forma el eje del puente con el paso de la corriente de agua**

Puentes rectos (Ángulo de esviaje 90°).

Puentes esviados (Ángulo de esviaje menor a 90°).

Puentes curvos (Ángulo variable a lo largo del eje).

2.2.1.2. Partes de un puente

Contretas P., Cindy – Reyes R., Erika (2014)¹² Se compone de la siguiente manera:

Subestructura:

La subestructura sirve de apoyo a la superestructura, está conformada por la cimentación, los estribos y las pilas.

Cimentación:

Encargada de transmitir al suelo de fundación las cargas propias de la subestructura, de la superestructura y de las cargas que operan sobre el puente esta puede ser superficial o profunda, superficial como zapatas de concreto reforzado o profundas como Caisson o pilotes de concreto reforzado ya sea hincados (pilotes), fundidos in situ (pilotes y Caisson).

Estribos:

Son las estructuras ubicadas en los extremos de los puentes (accesos) y soportan la superestructura, además sirven para contención de los terraplenes.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016) Los estribos serán dimensionados considerando la función de servir como transición entre el puente y la vía de tránsito principal, además de servir como apoyos de los extremos de la superestructura y como elementos de contención y estabilización de los terraplenes de acceso.

Los estribos ligeros serán usados en puentes de dimensiones comunes, existiendo tres situaciones posibles en que pueden ser empleados:

- En puentes a ser construidos antes del coronamiento de los terraplenes.
- En puentes a ser construidos antes del coronamiento de los rellenos en los cortes.
- Cuando los terraplenes de acceso son construidos antes del puente.

Los estribos de gran magnitud serán usados en puentes de luces relativamente grandes, que transmiten grandes fuerzas horizontales o con terraplenes altos, ejecutados posteriormente a la construcción del puente.

Los estribos podrán ser de concreto ciclópeo, concreto simple y de concreto armado.

Alas:

Las alas son estructuras laminares solidarias con las cortinas y con los estribos con una geometría adecuada para la contención lateral de los terraplenes de acceso. Las alas deben tener un espesor no menor que 0.25 m y confinar preferentemente toda la losa de transición.

Juntas de dilatación:

Las juntas de dilatación deben ser limitadas a lo estrictamente necesario, por estar constituidas por dispositivos con una vida útil limitada.

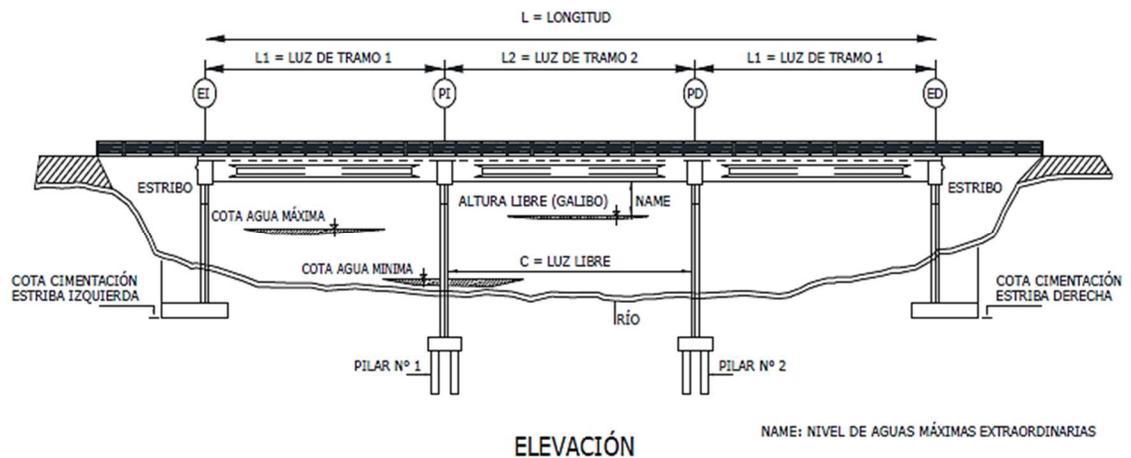
Las juntas de dilatación intermedias y aquellas situadas en los estribos deben ser escogidas en función del desplazamiento previsto después de su colocación.

El diseño deberá garantizar la impermeabilidad del tablero, incluyendo los extremos laterales del puente.

Superestructura

Es la parte del puente que recibe la carga viva. Está conformado por la losa de concreto o piso metálico, veredas, guardavías en caso lo tuviera, barandas, veredas, juntas de dilatación y armadura de acero si fuera reticulado.

Contretas P., Cindy – Reyes R., Erika (2014) Los puentes deben ser proyectados para cumplir satisfactoriamente las condiciones impuestas por los estados límite previstos en el proyecto, considerando todas las combinaciones de carga que puedan ser ocasionadas durante la construcción y el uso del puente. Asimismo, deben ser proyectados teniendo en cuenta su integración con el medio ambiente y cumplir las exigencias de durabilidad y servicio requeridas de acuerdo a sus funciones, importancia y las condiciones ambientales.



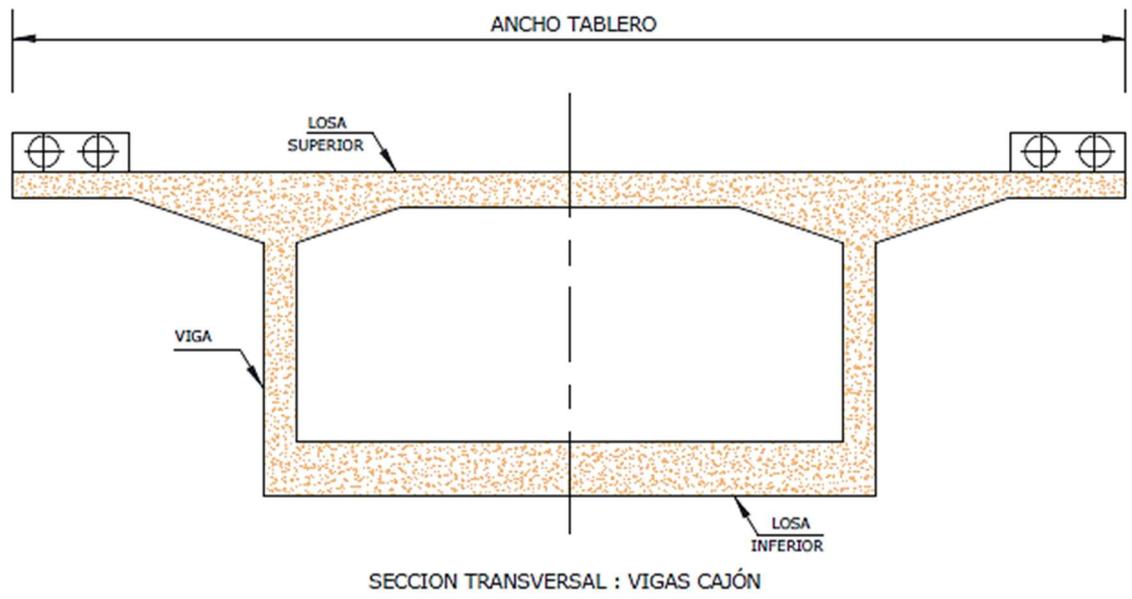
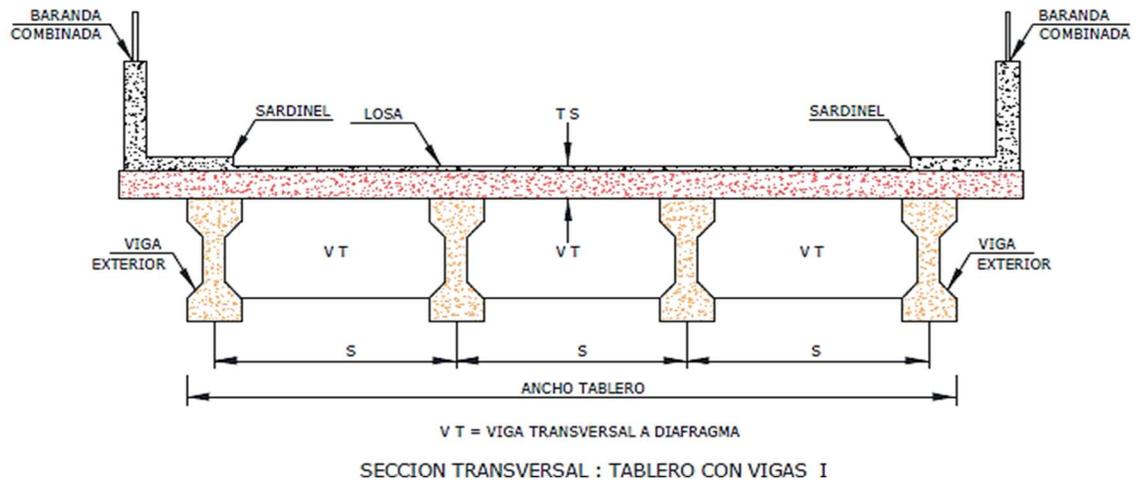
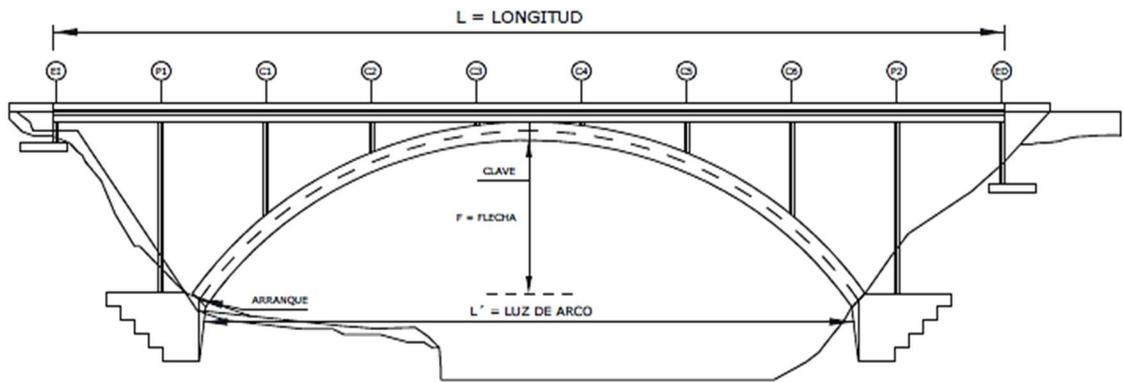
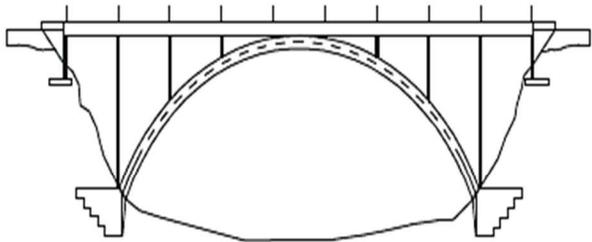


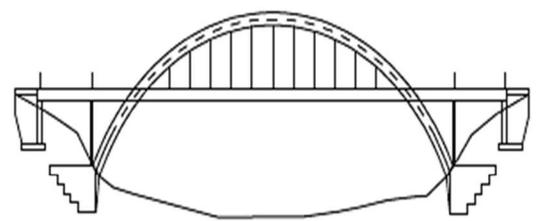
Figura 05: Puentes Tipo Viga
Fuente: Manual de Puentes – MTC



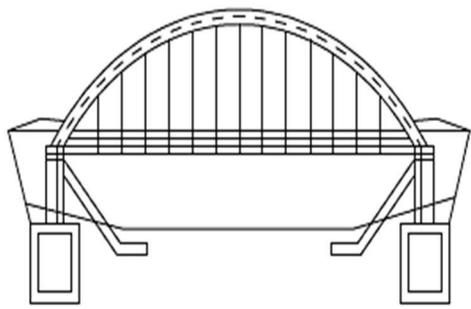
ELEVACIÓN



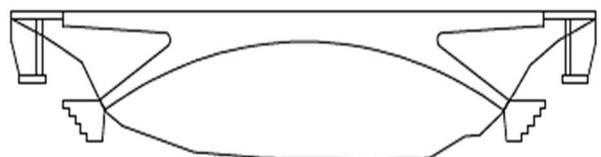
ARCO DE TABLERO SUPERIOR



ARCO DE TABLERO INTERMEDIO



ARCO DE TABLERO INFERIOR



PORTICO CON COLUMNAS INCLINADAS

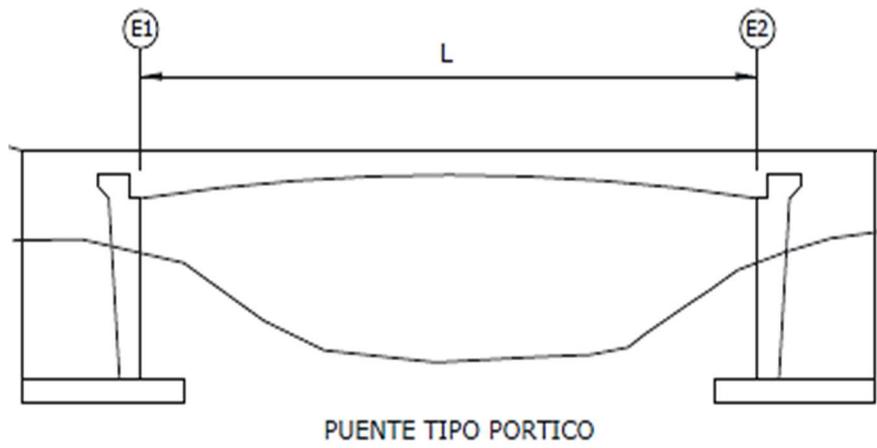
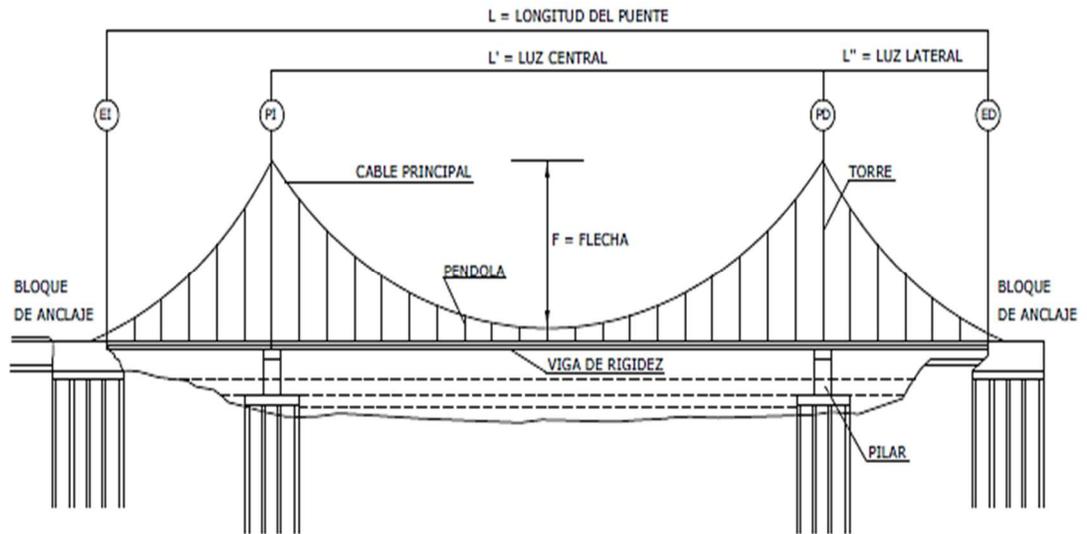


Figura 06: Puentes Tipo Arco y Pórtico

Fuente: Manual de Puentes – MTC



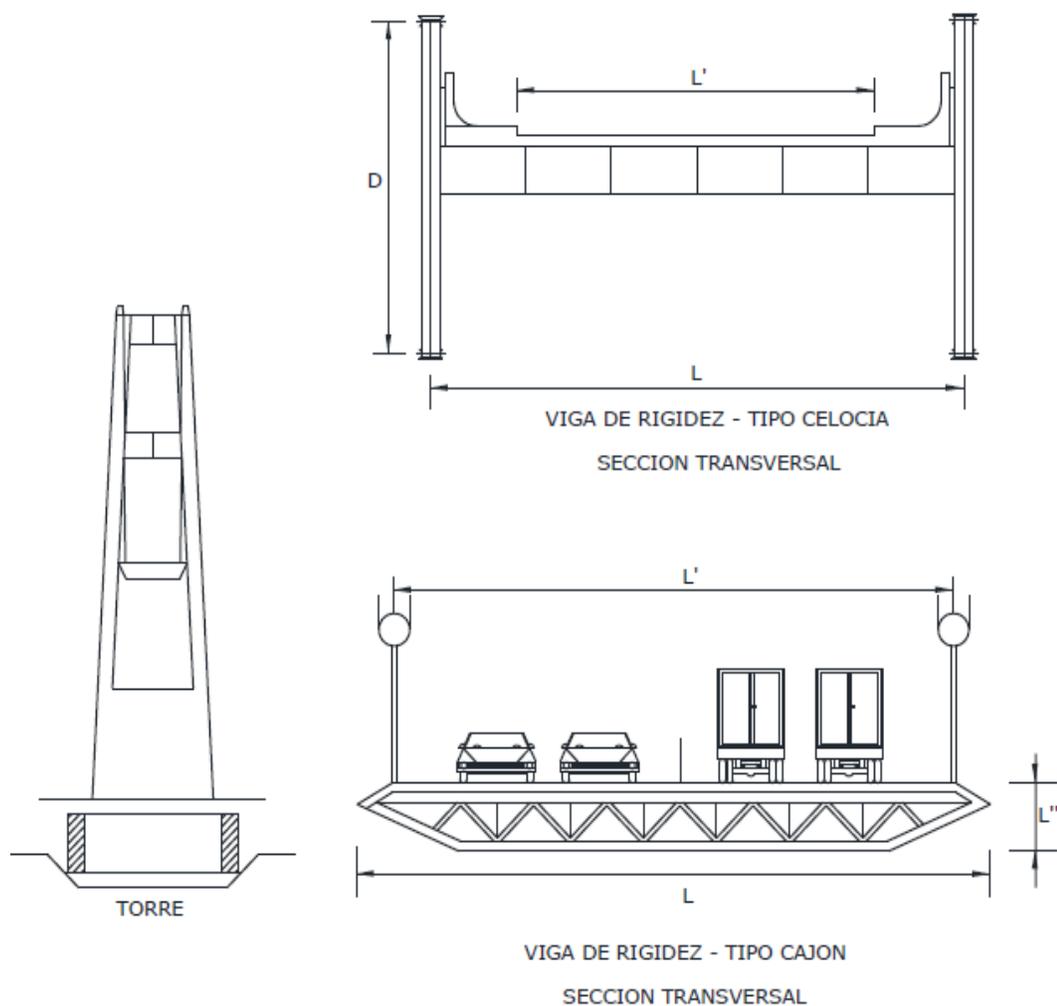


Figura 07: Puente Colgante

Fuente: Manual de Puentes – MTC

2.2.2. Evaluación de Puentes

Muñoz B., Jorge – Agüero B., Pablo – Vargas B., Silvia – Villalobos V., Esteban – Vargas A., Luis – Barrantes J., Roy – Loria S., Guillermo (2015)¹³ A nivel mundial se pueden encontrar una gran variedad de Sistemas de Gestión de Puentes (Bridge Management Systems BMS). Estos sistemas incluyen herramientas informáticas para análisis y almacenamiento de datos, sistemas de calificación de daños y

herramientas para ayudar en la toma de decisiones. Los BMS más difundidos son aquellos desarrollados principalmente en los países europeos, los Estados Unidos (PONTIS, BRIDGIT) y Japón (Gatulli 2005).

Uno de los principales insumos de estos BMS es la evaluación de la condición estructural del puente y su entorno. La evaluación visual es el primer paso para el diagnóstico de la condición actual de una estructura (que contempla tanto aspectos de seguridad estructural como de servicio) y la predicción de su deterioro a futuro. Estos son insumos esenciales para definir estrategias de mantenimiento periódico, reparación, readecuación o si fuera el caso de remplazo del puente.

Tabla 01: Características de metodologías de análisis de condición estructural

Región o autor	Índice o institución	Niveles de rating	Grados de daño	VARIABLES Y OBSERVACIONES
Alemania	RIEBW-PRUF Índice Z_{ges} 1,0 a 4,0	6 niveles	5 grados de daño 0 - 4	Evalúa el daño estructural por componente, seguridad vial y durabilidad. Ecuación incluye factor por extensión del daño y número de ocurrencias de este.
Austria	Índice S	6 niveles 1 - 6	-	Incluye tipo, extensión e intensidad del daño. Destaca la importancia del componente o elemento estructural y urgencia de intervención.
Dinamarca	DANBRO	6 niveles 0 - 5	-	Análisis por componente. La evaluación global no puede ser mayor al componente en peor estado.
Finlandia	FINNRA Índice KTI	5 niveles 0 - 4	4 grados de daño 1 - 4	Da un peso a cada componente estructural. Variables comprendidas: coeficientes de condición estructural, urgencia de reparación, clase de daño. Toma en cuenta todos los componentes para el cálculo del KTI con peso mayor del peor elemento. Utiliza un catálogo de daños para la inspección.
Francia	LCPC SETRA	6 niveles 1, 2, 2E, 2S, 3, 3U	2 a 3 (dependiend o del elemento)	Uso de catálogo de daños y rating asignado a cada parte del puente (3 partes). La condición final depende del elemento crítico evaluado en cada parte.
Noruega	-	4 niveles 1 - 4	-	Catálogo de daños "Inspection Handbook for Bridges". 4 niveles aplicables para 4 condiciones: capacidad de carga (letra B), seguridad vial (T), incremento costo mantenimiento (V) y ambiente/estética (M)

Reino Unido	Índice TA valores entre	5 niveles 5 - 1 1 es peor condición	4 grados A, B, C, D extensión y 1, 2, 3, 4 severidad	4 grados de daños para evaluar severidad y extensión del daño. Evalúa 33 elementos. Da recomendaciones de reparación (código por tipo, ej. P = pintura) y priorización (H, M, L; ej. L = Low)
Suecia	-	4 niveles 0 - 3	-	Evaluación por componentes para capacidad de carga (BC), seguridad vial (S) y durabilidad (D). Se toma el valor máximo obtenido en el componente
Suiza	-	5 niveles 1 - 5	-	Nivel 6: cuando el componente no se inspeccionó. La misma escala se utiliza tanto para todo el puente como para cada elemento.
USA	NBI - FHWA	10 niveles 9 - 0 0= colapso (CoRe : 5 niveles)	3 Condiciones (Bueno, Regular, Pobre)	Escala de 9 - 0 para la condición general del puente, condición del tablero, de la superestructura y la subestructura. Análisis por CoRe elements que da 5 niveles de condición de los elementos (<i>Protegido, Expuesto, Atacado, Dañado y Falla</i>). Sistema de banderas para puentes riesgosos.
California	CALTRANS Health Index HI 100 a 0	5 niveles	-	Deterioro en términos de la pérdida económica. Evalúa valor inicial y actual del componente, número de componentes por condición estructural, costo de la falla del componente (usa análisis por CoRe element).
Japón	MLIT Índice con valor de 0 a 100	6 niveles A, B, C, E1, E2, M	5 grados de daño 1 - 5	Nivel adicional S: se requiere profundizar investigación. La condición está basada en la urgencia del mantenimiento o atención inmediata del puente. La evaluación se realiza en 3 ejes: resistencia a carga, seguridad vial y resistencia a desastres.
Taiwán	Taiwán Central University	4 niveles	-	Da peso a los componentes y relaciona su condición con la extensión y relevancia del daño, así como con la urgencia de atención.
Propuesta "Hearn"	-	5 niveles	-	Describe 5 estados de avance del deterioro en la vida de servicio: <i>Protegido, Expuesto, Vulnerable, Atacado y Dañado</i> .
Propuesta "Gattulli"	-	5 niveles I - V	-	Presenta índices de probabilidad de ocurrencia asociada a cada nivel de deficiencia.

Fuente: Guía para la Determinación de la Condición de Puentes en Costa Rica mediante Inspección Visual

Parra P., Santiago – Sedano A., German (2011)¹⁴ Los sistemas de administración de puentes surgieron como una necesidad de las diferentes entidades que tienen a su cargo la administración, mantenimiento e infraestructura, como un método que ayude a administrar estas estructuras de una forma eficiente y ágil.

La administración de puentes debe estar basada en relación costo – beneficio, más aun cuando debido al crecimiento de la red de infraestructura vial, el aumento de especificaciones técnicas demandan mayor cantidad de puentes que permitan el mejoramiento de las características geométricas y de seguridad de las vía, esto genera que los recursos disponibles para el mantenimiento, conservación y rehabilitación de las estructuras cada vez sean menores, razón por la cual el sistema debe permitir a la entidad hacer una priorización exhaustiva de los puentes a intervenir de tal forma que no solo se asignen recursos a los puentes que por su estado o riesgo de estabilidad sea alto sino que también se debe tener en cuenta el servicio que dicha estructura preste a la comunidad de la región o país.

Martinez C., Javier (2016)¹⁵ El progresivo aumento de los fondos para el mantenimiento y conservación de puentes se debe aplicar de una manera eficiente, buscando la toma de decisiones basadas en los aspectos técnicos y económicos, teniendo también en cuenta los factores sociales y ambientales.

La gestión de puentes se define, por tanto, como el conjunto de acciones a llevar a cabo para garantizar la seguridad y calidad de servicio de las estructuras gestionadas y optimizar el uso de recursos disponibles. No obstante, esta gestión no debe limitarse a la fase de servicio del puente, y debe establecerse tan pronto como sea posible, preferiblemente en la fase de diseño, proyecto y ejecución.

Los sistemas de gestión de puentes, según se puede extraer de las aplicaciones desarrolladas en los diferentes países que ya los tienen implementados, se plantean como herramientas cada vez más desarrolladas como resultado de la evolución de

las computadoras y su capacidad de procesamiento. Generalmente presentan una estructura modular, con una serie de elementos comunes, que forman los siguientes módulos básicos:

- Inventario
- Inspección y evaluación
- Apoyo a las decisiones y la gestión. Matrices de decisión
- Catálogo de daños

Estos sistemas deben ayudar al gestor a tomar decisiones basadas en la información recopilada durante las inspecciones y determinación de la condición de los puentes, simulando varios escenarios de acción para poder predecir el nivel de conservación futuro de cada elemento y optimizar los recursos económicos para realizar acciones que prolonguen la vida útil de los puentes de la red y mantengan un nivel de servicio adecuado.

En general, existe un avance importante, llevado a cabo en los últimos años en países desarrollados, en lo que a las etapas de inventariado y creación de bases de datos se refiere, existiendo lagunas y líneas de acción pendientes en lo que se refiere a las etapas finales de implementación de sistemas de gestión (modelos de predicción y toma de decisiones), siendo esta última la línea de investigación que ayudara a la optimización de los recursos disponibles, como culminación del desarrollo de la técnica en cuanto a gestión, conservación y mantenimiento de los puentes.

Barba M., María – Molina Z., Mario (2012)¹⁶ La inspección es el método de exploración física que se efectúa por medio de la vista. Durante este proceso se debe

detectar características físicas significativas de su entorno, Observar y discriminar en forma precisa los hallazgos anormales en relación con los normales. Este es un conjunto de acciones de gabinete y campo, desde recopilación de información (historia del puente, expedientes técnicos del proyecto, inspecciones previas, etc.), hasta la toma de datos en campo, a fin de conocer el estado del puente en un instante dado. Tiene como objetivos, asegurar el tráfico sin riesgo sobre la estructura, y detectar las deficiencias existentes, recomendando las acciones para corregirlas.

Producto de 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. Para conocer la condición existente y evaluar cada uno de los elementos que componen el puente, es necesario un programa de inspecciones, que se debe realizar en forma organizada.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Guía para Inspección de Puentes (2006)¹⁷ Se entiende por inspección 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 inspección 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.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Guía para Inspección, Evaluación y Mantenimiento de Puentes (2008)¹⁸ Podemos definir tres clases de inspección:

- **Inspección Rutinaria:** Realizada cada año o dos como máximo, llevada a cabo por personal de las jefaturas zonales o los profesionales inspectores de puentes, conforme los alcances de la presente guía. La inspección será visual y física.
- **Inspección Periódica:** Realizada cada dos años o cinco máximos, por personal de las jefaturas zonales apoyados por la Unidad de Conservación de Puentes de la Sede Central, o los profesionales inspectores de puentes. En aquellos puentes que requieren trabajos de mayor envergadura que los correspondientes a una inspección rutinaria, se requerirán mayores equipos e implementos. La inspección será visual y física y eventualmente se contratarán los servicios para realizar ensayos destructivos y no destructivos.
- **Inspección Especial:** Realizada por personal de la Unidad de Conservación de Puentes de la Sede Central o los profesionales inspectores de puentes, en aquellos puentes que por el grado de daños o deterioros requieren trabajos mayores de rehabilitación (refuerzos) o reemplazos parciales, eventualmente reemplazos totales de elementos. También están considerados aquellos puentes para atención por emergencia. La inspección será visual y física y se realizarán ensayos destructivos y no destructivos.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Guía para Inspección de Puentes (2006) El rol del Ingeniero Inspector es el de proveer información amplia y detallada sobre el estado del puente, como resultado de la inspección, 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 inspectores 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.

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.

2.2.2.1. Daños en los puentes

Gutiérrez Cristian (2014)¹⁹ Son lesiones o fallas que se presentan en diversas estructuras, en este caso los puentes, estas se pueden originar desde el momento de la construcción del puente o por los diversos agentes atmosféricos a los que se encuentran expuestos, generando el colapso del mismo y a su vez grandes pérdidas tanto económicas como seres humanos. Los puentes son una estructura que amerita mucho cuidado, ya que son grandes estructuras importantes para la población y por ende se deben conservar aplicando periódicamente mantenimiento programado, para el buen funcionamiento del cual fueron construidos.

Velasco G., Edward (2014)²⁰ Para iniciar cualquier tipo de investigación patológica a una estructura siempre se deben tener presentes los antecedentes históricos de la misma. Estos antecedentes permitirán a los investigadores tener una idea más clara de cuáles son las causas por las que se pueda estar presentando dicha patología en la estructura.

Valenzuela S., Matías (2010)²¹ Los puentes confeccionados con concreto armado están diseñados para resistir cargas propias, sobrecargas y acciones del medio ambiente; sin embargo, con el paso del tiempo el material sufre alteraciones presentando una serie de patologías de diferente intensidad e incidencia, lo cual obliga a generar un mantenimiento regular y en muchos casos a reparaciones o

refuerzos. El deterioro de la estructura compromete tanto el aspecto estético como su capacidad resistente, siendo posible incluso producir un colapso parcial o total.

A) Daños por diseño

Contretas P., Cindy – Reyes R., Erika (2014) Estos daños están relacionados con la concepción y diseño del proyecto. Entre las fallas más comunes en esta etapa se tienen las siguientes causas:

- Ausencia de cálculos.
- Estimación inadecuada de cargas y condiciones de servicio.
- No considerar juntas de construcción.
- Uso inadecuado de los programas de computador.
- Mal dimensionamiento de los elementos estructurales.
- Falta de especificaciones y características de los materiales.
- Ausencia o falta de detalles constructivos y estructurales.
- Inapropiada disposición del acero de refuerzo o por insuficiencia del mismo.
- Uso de especificaciones obsoletas.

Barba M., María – Molina Z., Mario (2012) Entre las fallas más comunes en esta etapa encontramos la ausencia de cálculo, La estimación inadecuada de cargas y condición de servicio, Otro aspecto sería el hecho de no considerar juntas de construcción o el mal dimensionamiento de los elementos estructurales. La falta de especificaciones o uso de especificaciones obsoletas y no considerar las características de los materiales que serán usados al momento de la construcción

provoca en algunos casos la ausencia del acero de refuerzo que es parte primordial en una construcción. Las consecuencias más comunes producto de los daños por diseño son:

Las fisuras podemos decir son el resultado de los esfuerzos que actúan sobre los elementos estructurales. Cualquier elemento de concreto reforzado es propenso a que presente fisuraciones bajo las cargas normales de servicio sin embargo cuando el ancho de fisura es grande (mayor a 0.5 mm) se considera como una manifestación patológica y pueden afectar el funcionamiento de la estructura.

Otras de las consecuencias de los daños por diseño son las fracturas y grietas por aplastamiento que tienen su origen en la alta concentración de cargas que se presentan en zonas de apoyos de los elementos simplemente apoyados o en las zonas de anclaje. En el caso de los asentamientos se refiere a los movimientos verticales diferenciales, que se pueden presentar en las estructuras cuando no existe un diseño apropiado de la cimentación.

B) Daños por proceso constructivo

Barba M., María – Molina Z., Mario (2012) Estos daños pueden originarse inicialmente por la inadecuada interpretación de los planos seguido de la falta de control de calidad en los materiales, El empleo de concreto con dosificaciones inadecuadas, Equivocada localización del acero de refuerzo y las prácticas deficientes en la colocación y compactación del concreto. Las consecuencias más comunes producto de los daños por construcción son: Los hormigueros que son

agujeros superficiales que quedan en el concreto endurecido, evidenciando zonas vacías en las caras de los elementos. Son causados por falta de vibrado, compactación excesiva, practicas inadecuadas de la colocación del concreto, etc. La segregación definida como la distribución inadecuada de los componentes de la mezcla, manifestando la separación de estos con la pasta. La fisuración por retracción que ocurre cuando el concreto está en estado fresco generalmente se presenta en superficies horizontales, con relación superficie libre /volumen mayor a 3.5, generando fisuras y microfisuras que se extienden rápidamente. Generalmente son fisuras de poco espesor (0.2 mm a 0.4 mm) su longitud puede variar desde 1 mm hasta 1.5 m.

C) Daños durante el funcionamiento

Barba M., María – Molina Z., Mario (2012) Aparecen durante el periodo de vigencia o vida útil de la estructura por diferentes acciones ya sean físicas, mecánicas, químicas o biológicas. Durante el funcionamiento de la estructura se pueden presentar fallas por incremento de las cargas permitidas, por falta de mantenimiento, reparación o rehabilitación de la estructura. Presentamos las consecuencias más comunes producto de los daños durante el funcionamiento: La Infiltración y Eflorescencias que consiste en el depósito de sales lixiviadas fuera del concreto, las cuales se cristalizan luego de la evaporación del agua que las transporto. La Carbonatación que se presenta entre el dióxido de carbono (CO_2) del aire atmosférico o del suelo con los componentes alcalinos del concreto $\text{CA}(\text{OH})_2$ generando carbonato de calcio (CACO_3) y La Corrosión del acero de refuerzo.

Otros agentes agresivos son la contaminación del concreto este no solo afecta la estética, sino que pueden inducir fallas de carácter físico o químico y aumentar el deterioro de daños preexistentes, Las fallas por impacto de vehículos y por materiales arrastrados por el río con gran velocidad que impactan en la subestructura del puente y la socavación que es causada por el agua o por materiales abrasivos transportados por una corriente, la cual genera desgaste del concreto y fallas de estabilidad.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Guía para Inspección, Evaluación y Mantenimiento de Puentes (2008) Según la Guía para Inspección, los daños más comunes encontrados son los siguientes:

- **Miembros de madera:** Daños comunes en miembros de madera son causados por hongos, parásitos y ataque químico. Los deterioros de madera pueden ser causados por fuego, impactos o colisiones, abrasión o desgaste mecánico, sobreesfuerzos, intemperie y combeos.

Estos pueden ser inspeccionados por exámenes visuales y físicos. El examen visual puede detectar pudrición por hongos, daños por parásitos, excesiva deflexión, grietas, vibraciones, y pérdida de conexiones.

Si algunos de los daños son detectados visualmente, el inspector investigará la extensión de ellas y los documentará apropiadamente en los reportes de inspección. Deterioros de madera pueden ser detectados usando prueba de sonido (testigos no destructivos). Con respecto a los exámenes físicos hay pocas técnicas destructivas y no destructivas disponibles.

- **Miembros de concreto:** Daños comunes en miembros de concreto incluyen agrietamiento, escamas, delaminación, spalling (descascaramiento), afloramientos, popouts, desgaste o abrasión, daños de colisión, pulido, y sobrecarga.

Los Agrietamientos en concreto son usualmente Imperceptibles para ser vistos a simple vista. Están calificados como grietas finas, medias o anchas. Las primeras son usualmente insignificantes para la capacidad de la estructura, pero deben ser reportadas como una advertencia. Las medias y anchas son significativas para la capacidad estructural y deben ser registradas y monitoreadas en los reportes de inspección. Las grietas pueden ser estructurales y no estructurales. Grietas estructurales requieren de atención inmediata, dado que ellas afectan la capacidad del puente. Las grietas no estructurales son causadas por expansión térmica y contracción de fragua. En losas debe tenerse especial cuidado, pues el agua de infiltración de lluvia puede conllevar a corrosión de armadura.

La Peladura es la gradual pérdida continua de la superficie de mortero y agregado sobre un área determinada. La peladura es clasificada en cuatro categorías: ligera, media, dura y severa.

La Delaminación ocurre cuando capas de concreto se desprenden cerca del nivel superior, o más exterior del refuerzo de acero. La mayor causa de delaminación es la expansión por la corrosión del refuerzo del acero debido a la intrusión de cloruros o sales. Estos problemas pueden ser inspeccionados por exámenes visuales y físicos. Dos de los deterioros primarios, notados por la inspección

visual, son las grietas y manchas de óxido. Un inspector debe reconocer el hecho que no todas las grietas son de igual importancia. Manchas de óxido en miembros de concreto es una de las señales de corrosión de refuerzo de acero en miembros de concreto. La longitud, dirección, localización y extensión de las grietas y manchas de óxido deben ser medidas y reportadas en las notas de inspección.

Algunos tipos comunes de exámenes físicos son el sondeo con martillo (martilleo) y cadena arrastrada. El primero es usado para detectar áreas de concreto hueco y usualmente para detectar delaminación. Para áreas de superficie grandes, el arrastre de cadenas puede ser usado para evaluar la integridad del concreto con razonable seguridad, aunque en losas no son totalmente seguros son rápidos y baratos.

Hay otras técnicas avanzadas destructivas y no destructivas disponibles para inspección de concreto. Algunas de las técnicas no destructivas son:

- Mecanismo de detección de delaminación.
- Copper sulfate electrode, métodos nucleares para determinar actividad de corrosión.
- Ground – penetrativy radar, termografía infrarroja para detectar deterioros de tablero.
- Pachometer, para determinar la posición del refuerzo.
- Rebound and penetration meted, para predecir esfuerzos en el concreto

Panqueva R., Jhon (2015)²² Las patologías físicas se refieren a los cambios producidos por la acción del clima y en consecuencia a la aparición de algunos síntomas que afectan el comportamiento de la estructura.

Una de las patologías físicas más comunes de puentes en concreto es la humedad debido a cambios volumétricos del concreto en consecuencia a la contracción o dilatación que experimenta el material con estos cambios bruscos de humedad. La estructura de un puente se encuentra expuesta a la presencia de agua constantemente producto de aguas lluvias para el caso de los puentes ubicados en las ciudades, en muchas ocasiones las estructuras no cuentan con adecuado manejo de las aguas y es por eso que se presentan signos de humedad en algunas partes de la superestructura.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Guía para Inspección, Evaluación y Mantenimiento de Puentes (2008):

- **Miembros de acero:** Daños comunes en miembros de acero incluyen corrosión, agrietamientos, daños de colisión y sobreesfuerzos. Los agrietamientos usualmente se inician en la conexión, el extremo final de la soldadura o en una posición corroída de un miembro y luego se propagan a través de la sección, hasta la fractura del miembro. Los inspectores deben observar cuidadosamente cada una de las potenciales ubicaciones de fisuras

La forma más reconocida de deterioro del acero es la corrosión.

Uno de los importantes tipos de daños en miembros de acero es el agrietamiento por fatiga, estos se desarrollan en estructuras de puentes debido a repetición de

cargas. El inspector identificará detalles propensos a fatiga y llevará una inspección completa de detalles. Para estructuras pintadas. Las roturas en la pintura, acompañada por manchas de herrumbre, indican la posible existencia de una grieta de fatiga. Si una grieta es sospechosa el área será limpiada y se dispondrá una inspección visual de primer plano. Adicionalmente, más pruebas tales como tintes penetrantes pueden ser realizadas para identificar la grieta y para determinar la extensión. Si se descubre grietas de fatiga descubiertas, inspecciones más profundas deben ser realizadas.

Los sobreesfuerzos de un miembro pueden ser el resultado de muchos factores tales como pérdidas de acción compuesta, pérdidas de arriostre y falla o asentamiento de detalles de apoyo.

Los síntomas de daño debido a sobreesfuerzos son elongaciones inelásticas o decremento del área de acero en miembros en tensión y pandeo en miembros en compresión.

Los daños debido a colisión vehicular, incluyen pérdidas de sección, agrietamiento y distorsión de formas: Estos tipos de daños serán cuidadosamente documentados y las reparaciones deberán ser priorizadas.

Hasta que las reparaciones hayan culminado, se recomienda la restricción vehicular de tráfico basados en resultados de análisis de evaluación.

Algunos de las técnicas no-destructivas usadas en puentes de acero son:

- Examen de emisiones acústicas para identificar crecimiento de grietas.
- Tomografía computarizada para interpretar defectos interiores.

- Tintes penetrantes para definir el tamaño de la superficie defectuosa; y
 - Examen de ultrasonido para detectar grietas planas y miembros planos.
- **Componentes sumergidos:** Corresponde a miembros de subestructuras. Equipos especiales son necesarios para inspeccionar los componentes sumergidos dado que la visibilidad durante las inspecciones es pobre, una inspección minuciosa de los miembros no es factible.

Los componentes de estructuras de acero son susceptibles a corrosión, especialmente en la zona de mínimas y máximas crecientes.

- **Tablero:** Defectos comunes en tableros de acero son fisuras en soldaduras, seguros rotos, corrosión y conexiones sueltas o rotas. En un sistema de piso de acero corrugado, las pérdidas de sección debido a la corrosión pueden afectar la capacidad de carga del tablero.

Los defectos comunes en tableros de madera son el aplastamiento que sufren en los apoyos de los sistemas de piso, daños por flexión tales como fracturas, combadura y grietas en áreas en tensión y pudrición del tablero por organismos biológicos, especialmente en las áreas expuestas al drenaje.

Los defectos comunes en tableros de concreto pueden ser el desgaste superficial, escamas, delaminación, spalls (descascamiento), grietas de flexión longitudinal, grietas de flexión transversal en las regiones de momento negativo, corrosión del tablero, grietas debido a agregados reactivos y daño debido a contaminación química.

- **Juntas:** Daños en la junta son causados por impacto vehicular, temperaturas extremas y acumulación de tierra y escombros.
 - Daños por escombros y tránsito de vehículos pueden causar que la junta sea rasgada, que los anclajes sean arrancados, o sean removidos totalmente.
 - Daños por temperaturas extremas pueden romper la adherencia entre la junta y el tablero y consecuentemente resultar en la remoción total de la junta.

La función primaria de la junta es acomodar la expansión y contracción de la superestructura del puente.

- **Apoyos:** Pueden ser categorizados en dos grupos metálicos y elastoméricos. Los apoyos metálicos pueden hacerse inoperativos debido a corrosión, acumulación de escombros, u otras interferencias. Apoyos congelados, pueden generar flexiones, ondulamientos y alineamiento inapropiado de miembros. Otros tipos de daños son pérdidas de seguros, rotura de soldadura, corrosión en la superficie deslizante.

Los daños en placas de apoyos elastoméricos más comunes son el excesivo abultamiento, rompimiento o desgarramiento, corte y falla por corrimiento.

2.3. BASES TEÓRICAS

2.3.1. Datos para la evaluación

Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Guía para Inspección, Evaluación y Mantenimiento de Puentes (2008): La ficha *Condición del Puente* (Sección F del Manual de Inventario), está diseñada en forma tal que en el campo el Inspector puede efectuar una evaluación de la Condición del Elemento que permita definir la Condición Global del Puente según la escala adoptada de estados del 0 al 5, cuyo significado es el siguiente:

Tabla 02: Condición o Estado del puente

CALIFICACION	CONDICION O ESTADO	RANGO CONDICION	DESCRIPCION DE LA CONDICION
0	EXCELENTE	0.00 - 0.99	El puente (pontón) no tiene problemas. No hay necesidad de reparaciones.
1	BUENA	1.00 - 1.99	El puente (pontón) solo muestra un deterioro mínimo, no hay necesidad de reparaciones pero ciertas actividades de mantenimiento pueden ser necesarias.
2	REGULAR	2.00 - 2.99	Existe deterioro, desprendimientos, socavación pero no afectan la capacidad portante y/o de servicios. Hay necesidad de reparaciones menores.
3	PREOCUPANTE	3.00 - 3.99	Existe pérdida de sección, deterioro, desprendimiento o socavación que afecta seriamente las componentes principales de la Estructura. Pueden existir rajaduras por falta del acero o por cortante / flexión en el concreto. La capacidad portante y/o de servicio puede estar afectado. Hay necesidad de reparaciones mayores.
4	MALA	4.00 - 4.99	Necesita repararse pero se puede mantener abierto a tráfico restringido. El deterioro de elementos principales afecta la capacidad portante y/o de servicio. Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios. Grietas de fatiga en acero o grietas de corte de concreto La socavación compromete la estabilidad de la infraestructura Conviene cerrar al puente al menos que este monitoreado
5	PESIMA	5.00 - 5.99	La capacidad portante y/o de servicio está afectada en forma de presentar un peligro inminente. Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos. Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura El puente (pontón) debe cerrarse al tráfico.

Fuente: Guía para la Inspección, Evaluación y Mantenimiento de Puentes

Para la evaluación del puente de la presente investigación denominado Debora Norte, ubicado en la progresiva km 066 + 282, se tomaron los siguientes elementos para su evaluación, los mismos que se encuentran en la Guía para la Inspección, Evaluación y Mantenimiento de Puentes.

Elemento N° 104: Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)

Unidad de Descripción: Losa con Vigas.

Este elemento define a superestructuras tipo losa de concreto reforzado con armaduras sin revestimiento especial.

Unidad de Descripción: Losa con Vigas.

Este elemento define a superestructuras tipo losa de concreto reforzado con armaduras sin revestimiento especial.

Descripción de los grados de severidad de daños:

Grado de severidad 01.

Puede haber decoloración, eflorescencia y otros efectos del intemperismo y abrasión superficial.

Puede haber disgregación o desprendimiento, no mayor de 6mm de profundidad.

Puede haber fisuración menor de 0.25mm de separación

Grado de severidad 02.

Puede haber rajaduras menores de 1.5mm de separación.

Puede haber disgregación del mortero o desprendimientos no mayores de 12mm de profundidad del concreto, sin exposición de las armaduras o evidencia de corrosión de las mismas.

Grado de severidad 03.

Puede haber rajaduras menores de 3mm 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 de servicio del elemento.

Grado de severidad 04.

Puede haber rajaduras mayores de 3mm 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 resistente y/o de servicio del elemento.

Elemento N° 110: Viga Principales concreto armado

Grupo: Superestructura

Sistema de Protección Asociado:

Unidad: m³

Unidad de Descripción: Losa con Viga

Descripción de los grados de severidad de daños:

Grado de severidad 01.

Puede haber decoloración, eflorescencia y otros efectos del intemperismo y abrasión superficial.

Puede haber disgregación o desprendimiento, no mayor de 12mm de profundidad.

Puede haber fisuración menor de 0.25mm de separación.

Grado de severidad 02.

Puede haber fisuras menores de 1.5mm 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.

Grado de severidad 03.

Puede haber rajaduras menores de 3mm de separación.

Puede haber alguna delaminación y/o desprendimientos del concreto no mayores de 40mm 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 de servicio del elemento.

Grado de severidad 04.

Puede haber rajaduras mayores de 3mm de separación.

Avanzado estado de deterioro del concreto y/o desprendimientos del concreto mayores de 40mm 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.

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

Grupo: Subestructura

Sistema de Protección Asociado:

Unidad: m³

Unidad de Descripción: Estribo

Elemento N° 241: Elevación de Pilares Concreto Armado

Grupo: Subestructura

Sistema de Protección Asociado:

Unidad: m³

Unidad de Descripción: Estribo

Unidad de Descripción: Pilares

Este elemento define las elevaciones de los estribos y pilares construidos en concreto armado.

Descripción de los grados de severidad:

Grado de severidad 01.

Puede haber decoloración, eflorescencia y otros efectos del intemperismo y abrasión superficial.

Puede haber disgregación o desprendimiento, no mayor de 12mm de profundidad.

Puede haber fisuración menor de 0.25mm de separación.

Grado de severidad 02.

Puede haber fisuras menores de 1.5mm 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.

Grado de severidad 03.

Puede haber rajaduras menores de 3mm de separación.

Puede haber alguna delaminación y/o desprendimientos del concreto no mayores de 40mm 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 de servicio del elemento. Ligero desplome o asentamiento sin afectar las condiciones de tránsito en calzada del puente.

Grado de severidad 04.

Puede haber rajaduras mayores de 3mm de separación.

Avanzado estado de deterioro del concreto y/o desprendimientos del concreto mayores de 40mm 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.

Desplomes, asentamiento o desplazamiento lateral que afectan las condiciones de tránsito en la calzada del puente.

Elemento N° 301: Capa Asfalto

Grupo: Detalle, Superficie de Desgaste

Sistema de Protección Asociado:

Unidad: m²

Unidad de Descripción: Superficie de Desgaste

Descripción de los grados de severidad de daños:

Grado de severidad 01.

Fisuraciones menores.

Desgaste superficial del material sellante

Grado de severidad 02.

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.

Grado de severidad 03.

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.

Elemento N° 311: Vereda Concreto

Grupo: Detalles, Vereda

Sistema de Protección Asociado:

Unidad: m²

Unidad de Descripción: Vereda

Este elemento define a veredas de concreto reforzado con armaduras Sin revestimiento especial

Descripción de los grados de severidad de daños:

Grado de severidad 01.

Puede haber decoloración, eflorescencia y otros efectos del intemperismo y abrasión superficial.

Puede haber disgregación o desprendimiento, no mayor de 6mm de profundidad.

Puede haber fisuración menor de 0.25mm de separación.

Grado de severidad 02.

Puede haber fisuras menores de 1.5mm de separación.

Puede haber disgregación del mortero o desprendimientos no mayores de 12mm de profundidad del concreto, sin exposición de las armaduras o evidencia de corrosión de las mismas.

Grado de severidad 03.

Puede haber rajaduras menores de 3mm de separación.

Puede haber alguna delaminación y/o desprendimientos del concreto no mayores de 20mm 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 de servicio del elemento.

Grado de severidad 04.

Puede haber rajaduras mayores de 3mm 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 resistente y/o de servicio del elemento.

Elemento N° 321: Apoyo fijo Neopreno

Grupo : Apoyos

Sistema de Protección Asociado:

Unidad: unidad

Unidad de Descripción: Apoyos

Este elemento define dispositivos de apoyos para puentes constituidos por una o varias planchas de neopreno u otro material elastomérico intercalado con láminas de acero, fijos en posición y que pueden absorber rotaciones de las vigas por deformación vertical del neopreno.

Descripción de los grados de severidad de daños:

Grado de severidad 01.

El dispositivo de apoyo muestra mínimo deterioro.

No se observan abultamientos laterales del neopreno.

Puede haber oxidación superficial en las planchas de acero.

Grado de severidad 02.

Abultamiento lateral (bulging) del neopreno, dentro de los límites tolerables.

Indicios de cristalización del neopreno.

Puede haber corrosión incipiente de las planchas de acero.

Puede observarse separación entre las planchas de neopreno y acero.

Grado de severidad 03.

Abultamiento lateral excesivo (bulging) del neopreno, fuera de los límites tolerables.

Corrosión avanzada de las planchas de acero.

Se observa cristalización del neopreno.

Puede haber cedido la barra de fijación del apoyo.

Pueden haberse desprendido las planchas de acero del neopreno.

Elemento N° 322: Apoyo deslizante de neopreno

Grupo: Apoyos

Sistema de Protección Asociado:

Unidad: unidad

Unidad de Descripción: Apoyo

Este elemento define dispositivos de apoyos para puentes constituidos por una o varias planchas de neopreno u otro material elastomérico intercalado con láminas de acero, que pueden desplazarse y rotar dentro de ciertos límites, por deformación cortante y vertical del neopreno.

Descripción de los grados de severidad de daños:

Grado de severidad 01.

El dispositivo de apoyo muestra mínimo deterioro.

No se observan abultamiento s laterales del neopreno.

Puede haber oxidación superficial en las planchas de acero.

Grado de severidad 02.

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.

Grado de severidad 03.

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.

Elemento N° 342: Tipo Peine

Grupo: Juntas de Expansión

Sistema de Protección Asociado: Pintura

Unidad: ml

Unidad de Descripción: Junta de Expansión

Este elemento define a unidades de juntas de expansión del tipo de planchas tipo peine.

Descripción de los grados de severidad:

Grado de severidad 01.

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.

Grado de severidad 02.

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 debajo de la junta, sin provocar daños a la losa.

Los dientes del peine pueden estar rozándose entre sí.

Dientes del peine están rotas en menos del 10%.

Grado de severidad 03.

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.

Los dientes del peine están trabados entre sí, superponiéndose y sobresaliendo del nivel de la rasante.

Dientes del peine están rotos en más del 10%.

Elemento N° 353: Barandas de Acero

Grupo: Baranda

Sistema de Protección Asociado: Pintura

Unidad: ml

Unidad de Descripción: Baranda

Este elemento define a barandas que son construidos con acero estructural.

Descripción de los grados de severidad de daños:

Grado de severidad 01.

Corrosión superficial y se han formado o están por formarse picaduras superficiales.

Rajaduras no asociadas a un esfuerzo principal.

Grado de severidad 02.

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 10%.

Grado de severidad 03.

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 10%.

III. HIPÓTESIS

La presente investigación no cuenta con hipótesis pues es de tipo descriptiva y basada en la observación de campo. Para que cuente con ellas se necesita que el tipo del trabajo sea del tipo experimental, pues plantea un posible cambio.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Diseño de la investigación

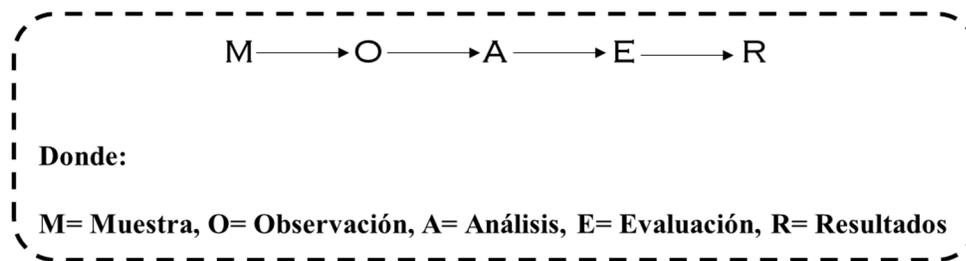
Para el diseño de la investigación, los principales métodos que se utilizaron en la investigación fueron:

a) La investigación se desarrolló con la elección del puente, para evaluarlo mediante observación de los elementos visibles del mismo para la determinación de las fallas que puedan afectar en su funcionalidad.

b) La metodología utilizada para el desarrollo de la investigación:

- Selección de antecedentes previos, etapa en la cual se procedió a realizar la búsqueda de información, observación, toma de datos para evaluación y corroboración de los ya existentes. De manera que dicha información sea necesaria para cumplir los objetivos establecidos en la investigación.
- El presente informe de aplicación para la determinación y evaluación de los tipos de patologías, están basados en muestras, las cuales de manera conjunta nos proporcionaron información para obtener el resultado de la evaluación total realizada al puente analizado, considerado en la presente investigación.

El diseño y método de investigación, se efectuó de la siguiente manera.



4.2. Población y muestra

Para la presente investigación, la población está dada por la delimitación geográfica que ésta contempla, teniendo como referencia para la determinación de las patologías de los puentes de la Provincia de Talara.

a) Muestra

La muestra tomada para la investigación es el Puente Debora Norte, ubicado en la Progresiva Km 66+282 de la carretera PE - 01N, Distrito de Pariñas, Provincia de Talara, Departamento de Piura.

Se optó, para la determinación y evaluación de las patologías en el Puente Debora Norte, ubicado en la Progresiva Km 66+282 de la carretera PE - 01N, Distrito de Pariñas, Provincia de Talara, Departamento de Piura, los elementos del mismo.

- Superestructura: Esta comprende a los elementos ubicados aquí, tales son el caso de las veredas, barandas, carpeta asfáltica, juntas
- Subestructura: Esta comprende a los elementos ubicados aquí, tales son el caso de la parte inferior de losa, vigas, estribos y cimentación visible, apoyos y juntas de los mismos

Longitud Total del Puente Debora Norte: 150.70 m

4.3. Definición y operacionalización de variables

No se aplica en este trabajo de investigación por motivo de que no cuenta con hipótesis que la sustenten.

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica empleada para la investigación fue el de la evaluación visual mediante la observación directa que es una técnica de campo para iniciar con la recopilación de datos ordenando las etapas de la investigación, aportando un instrumento de evaluación como lo es la GUÍA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES lanzada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú en el año 2006 y la GUÍA PARA INSPECCIÓN, EVALUACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PUENTES, lanzada en 2008.

Libros y/o manuales de referencia para determinar los diferentes tipos de patologías existentes en el puente.

La utilización de cuadros para el ordenamiento de datos obtenidos con el transcurrir de las evaluaciones hechas en cada tramo de la vía del muestreo seleccionado.

4.5. Plan de análisis

Estuvo comprendido de la siguiente manera

Se llegó al puente a realizar la inspección correspondiente, comenzando a determinar las vistas aguas arriba y aguas abajo para una mejor evaluación.

Se determinó las posiciones de los estribos del puente y los pilares para su evaluación, numerándolos de izquierda a derecha de acuerdo a la vista desde aguas arriba.

Se procedió a la inspección de los accesos del puente, pasando luego a los elementos de la superestructura como lo son pavimento, veredas y barandas, siguiendo el

formato brindado en el Manual de Inspección de Puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Una vez levantada dicha información se dispuso a la evaluación de los elementos de la infraestructura, como lo son los estribos, alas de estribo, pilares y vigas.

Se contó con la ayuda de herramientas como fisurómetro, odómetro, wincha de 50 m, flexómetro de 5 m, cámara fotográfica y formatos de evaluación.

4.6. Matriz de consistencia

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM 66+282 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018			
Enunciado del problema	Objetivos de la investigación	Variable	Metodología
¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del Puente Debora Norte, ubicado en la Progresiva Km 066 + 282 de la carretera PE – 01N, Distrito de Pariñas, Provincia de Talara, Departamento de Piura nos permitirá conocer el estado	<p>Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar las patologías en el Puente Debora Norte ubicado la Progresiva Km 066 + 282 de la carretera PE – 01N, Distrito de Pariñas, Provincia de Talara, Departamento de Piura <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar los tipos de patologías en el 	<p>Variable independiente</p> <p>Puente tipo losa con viga</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Patologías de los elementos del puente</p>	<p>Tipo de Investigación</p> <p>Por el tipo de investigación, la presente investigación reúne las condiciones metodológicas de investigación no experimental de tipo descriptiva, porque su estudio se basa en la observación de los hechos en pleno acontecimiento sin</p>

<p>actual y condición de servicio de dicha estructura?</p>	<p>Puente Debora Norte ubicado la Progresiva Km 066 + 282 de la carretera PE – 01N, Distrito de Pariñas, Provincia de Talara, Departamento de Piura</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la patología de mayor incidencia encontrada en el Puente Debora Norte • Conocer el estado actual y la condición de servicio en la que se encuentra el Puente Debora Norte ubicado la Progresiva Km 066 + 282 de la carretera PE – 01N, Distrito de Pariñas, Provincia de Talara, Departamento de Piura 		<p>alterar en lo más mínimo ni el entorno ni el fenómeno estudiado.</p> <p>a) Población</p> <p>La población es conformada por los puentes ubicados en el Departamento de Piura.</p> <p>b) Muestra</p> <p>El puente Debora Norte, ubicado en la progresiva km 66 + 282 de la carretera PE – 01N, el que se evaluó por elemento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Losa de concreto • Vigas principales y secundarias • Cuerpo de estribo • Pilares • Capa de asfalto • Vereda • Apoyos • Juntas • Barandas
--	--	--	---

4.7. Principios éticos

Los principios éticos de una investigación abarcan aspectos morales y científicos, desde su lado científico toca puntos como encontrar el conocimiento o mejorar el estado de las cosas. Los proyectos investigativos son realizados en equipos o basados en antecedentes y/o conceptos básicos de lo que se requiere encontrar. Vale reconocer que los trabajos utilizados, y el esfuerzo realizado tiene un mérito en cada persona que haya realizado dicho trabajo. Como estudiantes de ingeniería civil cada día vemos el incremento de demandas por robos intelectuales como lo son el plagio, copiar ideas, fórmulas o resultados de una investigación, que son tomadas de proyectos o personas presentadas como propias que terminan por descubrirse, pues es común encontramos con materiales investigativos de todo tipo que están siendo usurpados o utilizados sin permiso, lo que constituye en el más negativo de los casos un robo intelectual.

Por ello la presente investigación estará basada en los principios éticos que debe tener una investigación como son: la responsabilidad, la calidad de trabajo, originalidad entre otras.

V. RESULTADOS

5.1. RESULTADOS

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL PUEBTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM 66+282 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018"					
EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PUEBTE							
NOMBRE PUEBTE : Debora Norte		PROGRESIVA (Km) : 66+282		TIPO PUEBTE : Losa Viga Concreto Armado		SOBRECARGA INDIC.: 43 Tn	
PROVINCIA : Talara		LONGITUD TOTAL(m) : 150.70		DISTRITO : Pariña		CALZADA (m): 7.20	
SUSTENTO DE METRADO							
Áreas	Longitud 1	Longitud 2	Área (m2)	Área sección	Largo	Número de veces	Total (m3)
Área 01	0.40	0.15	0.06	0.28	15.00	60.00	252.90
Área 02	0.22	0.55	0.12				
Área 03	0.40	0.25	0.10				
CONDICIÓN DE ELEMENTO							
110 : VIGAS PRINCIPALES DE CONCRETO ARMADO							
Metrado	Unidad	Calificación (%)					
		5	4	3	2	1	0
252.90	m3					100	
Observaciones							
Grado 1	Desgaste por efecto del intemperismo						
Comentarios							
Las vigas principales se encuentran en buen estado, con poco desgaste superficial producto del intemperismo							
Recomendaciones							
Realizar mantenimiento rutinario y tener en cuenta el desgaste							
							

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM 66+282 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018"
---	--

EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE

NOMBRE PUENTE :	Debora Norte	PROGRESIVA (Km) :	66+282
TIPO PUENTE :	Losa Viga Concreto Armado	SOBRECARGA INDIC.:	43 Tn
PROVINCIA :	Talara	LONGITUD TOTAL(m) :	150.70
DISTRITO :	Pariña	CALZADA (m):	7.20

SUSTENTO DE METRADO					
Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Espesor (m)	Número de veces	Total (m3)
150.70	7.85	1,183.00	0.15	1.00	177.45

CONDICIÓN DE ELEMENTO

104 : LOSA DE CONCRETO ARMADO (REFUERZO TRANSVERSAL)

Metrado	Unidad	Calificación (%)					
		5	4	3	2	1	0
176.63	m3			1		99	

Observaciones

Grado 1	Desgaste por efecto del intemperismo
Grado 3	Grietas de 2mm de separación y exposición de acero

Comentarios

La losa se observa en buenas condiciones, presenta desgaste por intemperismo. La losa presenta deterioro propio del uso y por efectos de intemperismo. Grado 1 con 100%. La losa presenta grietas de 2mm de separación con exposición de acero. Grado 3 con 1%

Recomendaciones

Se requiere hidrolimpieza y sellado de fisura con aditivo epóxico



 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM 66+282 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018"
---	--

EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE

NOMBRE PUENTE :	Debora Norte	PROGRESIVA (Km) :	66+282
TIPO PUENTE :	Losa Viga Concreto Armado	SOBRECARGA INDIC.:	43 Tn
PROVINCIA :	Talara	LONGITUD TOTAL(m) :	150.70
DISTRITO :	Pariña	CALZADA (m):	7.20

SUSTENTO DE METRADO

Áreas	Longitud 1	Longitud 2	Área (m2)	Área sección	Longitud 3	Número de veces	Total (m3)
Área 01	7.70	0.50	3.85	6.93	0.90	9.00	90.49
Área 02	7.70	0.40	3.08				
Columna 01	0.45	3.14	0.64	1.27	3.00		
Columna 02	0.45	3.14	0.64				

CONDICIÓN DE ELEMENTO

241 : ELEVACIÓN DE PILARES DE CONCRETO ARMADO							
Metrado	Unidad	Calificación (%)					
		5	4	3	2	1	0
252.90	m3					100	

Observaciones

Grado 1 | Desgaste por efecto del intemperismo

Comentarios

Los pilares de concreto armado se encuentran en buen estado, con poco desgaste superficial producto del intemperismo

Recomendaciones

Realizar mantenimiento rutinario y tener en cuenta el desgaste



 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM 66+282 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018"
---	--

EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE

NOMBRE PUENTE :	Debora Norte	PROGRESIVA (Km) :	66+282
TIPO PUENTE :	Losa Viga Concreto Armado	SOBRECARGA INDIC.:	43 Tn
PROVINCIA :	Talara	LONGITUD TOTAL(m) :	150.70
DISTRITO :	Pariña	CALZADA (m):	7.20

SUSTENTO DE METRADO

Áreas	Longitud 1	Longitud 2	Área (m2)	Área sección	Largo	Número de veces	Total (m3)
Área 01	2.58	0.63	1.63	4.87	0.50	2.00	4.87
Área 02	1.30	0.60	1.56				
Área 03	0.86	0.58	1.00				
Área 03	0.40	0.86	0.69				

CONDICIÓN DE ELEMENTO

202 : ELEVACIÓN DEL CUERPO DEL ESTRIBO DE CONCRETO ARMADO							
Metrado	Unidad	Calificación (%)					
		5	4	3	2	1	0
252.90	m3				1	99	

Observaciones

Grado 1	Manchas por humedad, deterioro por efecto de intemperismo.
Grado 2	Grietas de 2 mm de separación

Comentarios

La elevación del cuerpo de los estribos presentan desgaste por intemperismo y además grietas de 2mm de separación que requieren atención

Recomendaciones

Se requiere sellado de grietas con aditivo epóxico y actividades de hidrolimpieza



Vista estribo izquierdo



Vista estribo derecho



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

**"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL
PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM
66+282 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS,
PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO
2018"**

EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE

NOMBRE PUENTE :	Debora Norte	PROGRESIVA (Km) :	66+282
TIPO PUENTE :	Losa Viga Concreto Armado	SOBRECARGA INDIC.:	43 Tn
PROVINCIA :	Talara	LONGITUD TOTAL(m) :	150.70
DISTRITO :	Pariña	CALZADA (m):	7.20

SUSTENTO DE METRADO				
Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Número de veces	Total
150.70	7.20	1,085.04	1.00	1,085.04

CONDICIÓN DE ELEMENTO

301 : CAPA DE ASFALTO

Metrado	Unidad	Calificación (%)					
		5	4	3	2	1	0
1,085.04	m2					100	

Observaciones

Grado 1 Desgaste del material sellante

Comentarios

La capa de asfalto se encuentra en buen estado con desgaste de material sellante pero sin exposición de agregados

Recomendaciones

Se requiere mantenimiento rutinario y tener en cuenta el desgaste





**"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL
PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM
66+282 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS,
PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO
2018"**

EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE

NOMBRE PUENTE :	Debora Norte	PROGRESIVA (Km) :	66+282
TIPO PUENTE :	Losa Viga Concreto Armado	SOBRECARGA INDIC.:	43 Tn
PROVINCIA :	Talara	LONGITUD TOTAL(m) :	150.70
DISTRITO :	Pariña	CALZADA (m):	7.20

SUSTENTO DE METRADO				
Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Número de veces	Total
150.70	0.80	120.56	2.00	241.12

CONDICIÓN DE ELEMENTO

311 : VEREDAS DE CONCRETO

Metrado	Unidad	Calificación (%)					
		5	4	3	2	1	0
241.12	m2			3	1	96	

Observaciones

Grado 1	Manchas por humedad, deterioro por efecto de intemperismo.
Grado 2	Grietas de 1.5 mm de separación.
Grado 3	Grieta de 2.5 mm de separación. Exposición de armadura y corrosión

Comentarios

Las veredas de concreto presentan grietas mayores a 2.5 mm de separación con exposición de armadura y corrosión de la misma

Recomendaciones

Se requiere reparar las grietas con aditivo epóxico y mantenimiento rutinario para el resto de fallas



 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM 66+282 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018"
---	--

EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE

NOMBRE PUENTE :	Debora Norte	PROGRESIVA (Km) :	66+282
TIPO PUENTE :	Losa Viga Concreto Armado	SOBRECARGA INDIC.:	43 Tn
PROVINCIA :	Talara	LONGITUD TOTAL(m) :	150.70
DISTRITO :	Pariña	CALZADA (m):	7.20

SUSTENTO DE METRADO				
Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Número de veces	Total
-	-	-	-	60.00

CONDICIÓN DE ELEMENTO

321 : APOYO FIJO NEOPRENO

Metrado	Unidad	Calificación (%)					
		5	4	3	2	1	0
60.00	und					100	

Observaciones

Grado 1	Buen estado
----------------	-------------

Comentarios

Los apoyos fijos de neopreno se encuentran en buen estado, con poco material alrededor y sin principios de cristalización ni abultamientos

Recomendaciones

Se requiere mantenimiento rutinario



 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM 66+282 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018"
---	--

EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE

NOMBRE PUENTE :	Debora Norte	PROGRESIVA (Km) :	66+282
TIPO PUENTE :	Losa Viga Concreto Armado	SOBRECARGA INDIC.:	43 Tn
PROVINCIA :	Talara	LONGITUD TOTAL(m) :	150.70
DISTRITO :	Pariña	CALZADA (m):	7.20

SUSTENTO DE METRADO				
Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Número de veces	Total
-	-	-	-	60.00

CONDICIÓN DE ELEMENTO

322 : APOYO DESLIZANTE DE NEOPRENO

Metrado	Unidad	Calificación (%)					
		5	4	3	2	1	0
60.00	und					100	

Observaciones

Grado 1	Buen estado
----------------	-------------

Comentarios

Los apoyos deslizantes de neopreno se encuentran en buen estado, con poco material alrededor y sin principios de cristalización ni abultamientos

Recomendaciones

Se requiere mantenimiento rutinario



 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM 66+282 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018"
---	--

EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE

NOMBRE PUENTE :	Debora Norte	PROGRESIVA (Km) :	66+282
TIPO PUENTE :	Losa Viga Concreto Armado	SOBRECARGA INDIC.:	43 Tn
PROVINCIA :	Talara	LONGITUD TOTAL(m) :	150.70
DISTRITO :	Paña	CALZADA (m):	7.20

SUSTENTO DE METRADO				
Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Número de veces	Total
7.20	-	-	3.00	21.60

CONDICIÓN DE ELEMENTO

342 : JUNTAS TIPO PEINE

Metrado	Unidad	Calificación (%)					
		5	4	3	2	1	0
21.60	m2			30		70	

Observaciones

Grado 1	Oxidación sin corrosión
Grado 3	Corrosión avanzada, dientes rotos, desprendimiento de junta y rajaduras en el concreto

Comentarios

La junta es tipo peine y presenta en el acceso izquierdo y tramo central desprendimiento de la junta, pérdida de dientes en más del 10% de su longitud, corrosión avanzada y rajaduras en el concreto

Recomendaciones

Requiere reemplazar las juntas dañadas





UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

**"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL
PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM
66+282 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS,
PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO
2018"**

EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE

NOMBRE PUENTE :	Debora Norte	PROGRESIVA (Km) :	66+282
TIPO PUENTE :	Losa Viga Concreto Armado	SOBRECARGA INDIC.:	43 Tn
PROVINCIA :	Talara	LONGITUD TOTAL(m) :	150.70
DISTRITO :	Pariña	CALZADA (m):	7.20

SUSTENTO DE METRADO

Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Número de veces	Total
150.70	-	-	2.00	301.40

CONDICIÓN DE ELEMENTO

353 : BARANDAS DE ACERO

Metrado	Unidad	Calificación (%)					
		5	4	3	2	1	0
301.40	m2					100	

Observaciones

Grado 1 Corrosión superficial y formación de picaduras

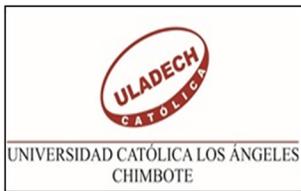
Comentarios

Las barandas de acero presentan corrosión superficial en algunos de las bases y formación de picaduras

Recomendaciones

Se requiere mantenimiento rutinario





**"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL
PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM
66+282 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS,
PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO
2018"**

EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PUENTE

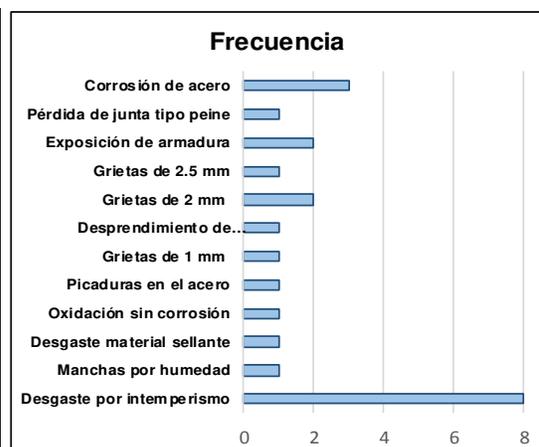
NOMBRE PUENTE :	Debora Norte	PROGRESIVA (Km) :	66+282
TIPO PUENTE :	Losa Viga Concreto Armado	SOBRECARGA INDIC.:	43 Tn
PROVINCIA :	Talara	LONGITUD TOTAL(m) :	150.70
DISTRITO :	Pariña	CALZADA (m):	7.20

RESUMEN DE PATOLOGÍAS ENCONTRADAS

Patologías	Grado 01	Grado 02	Grado 03	Grado 04	Grado 05
Desgaste por intemperismo	x				
Manchas por humedad	x				
Desgaste material sellante	x				
Oxidación sin corrosión	x				
Picaduras en el acero	x				
Grietas de 1 mm		x			
Desprendimiento de concreto menor a 20mm			x		
Grietas de 2 mm			x		
Grietas de 2.5 mm			x		
Exposición de armadura			x		
Pérdida de junta tipo peine			x		
Corrosión de acero			x		

FRECUENCIA DE PATOLOGÍAS ENCONTRADAS

Patologías	Frecuencia
Desgaste por intemperismo	8
Manchas por humedad	1
Desgaste material sellante	1
Oxidación sin corrosión	1
Picaduras en el acero	1
Grietas de 1 mm	1
Desprendimiento de concreto menor a 20mm	1
Grietas de 2 mm	2
Grietas de 2.5 mm	1
Exposición de armadura	2
Pérdida de junta tipo peine	1
Corrosión de acero	3



RESUMEN PATOLOGÍAS POR GRADO DE SEVERIDAD

Grado de severidad 01
Desgaste por intemperismo
Manchas por humedad
Desgaste material sellante
Oxidación sin corrosión
Picaduras en el acero

Grado de severidad 02
Grietas de 1mm

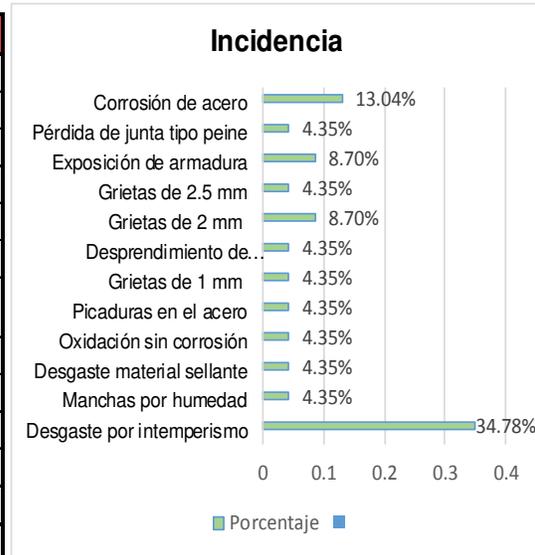
Grado de severidad 03
Desprendimiento de concreto menor a 20 mm de profundidad
Grietas de 2mm
Grietas de 2.5mm
Exposición de armadura
Pérdida de junta tipo peine
Corrosión de acero

RESUMEN PATOLOGÍAS POR GRADO DE SEVERIDAD Y ELEMENTO

Descripción	Grado 1	Grado 2	Grado 3
Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	Desgaste por intemperismo	-	Grietas de 2mm
			Exposición de armadura
			Corrosión de acero
Viga Principales concreto armado	Desgaste por intemperismo	-	-
Elevación de Pilares Concreto Armado	Desgaste por intemperismo	-	-
Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	Manchas por humedad	-	Grietas de 2mm
	Desgaste por intemperismo		
Capa Asfalto	Desgaste material sellante	-	-
Vereda Concreto	Desgaste por intemperismo	Grietas de 1mm	Desprendimiento de concreto menor a 20 mm de profundidad
			Grietas de 2.5mm
			Exposición de armadura
			Corrosión de acero
Apoyo fijo Neopreno	Desgaste por intemperismo	-	-
Apoyo deslizante de neopren	Desgaste por intemperismo	-	-
Tipo Peine	Oxidación sin corrosión	-	Corrosión de acero
			Pérdida de junta tipo peine
Barandas de Acero	Desgaste por intemperismo	-	-
	Picaduras en el acero		

RESUMEN PATOLOGÍAS (%)

Patologías	Frecuencia	Porcentaje
Desgaste por intemperismo	8	34.78%
Manchas por humedad	1	4.35%
Desgaste material sellante	1	4.35%
Oxidación sin corrosión	1	4.35%
Picaduras en el acero	1	4.35%
Grietas de 1 mm	1	4.35%
Desprendimiento de concreto menor a 20mm	1	4.35%
Grietas de 2 mm	2	8.70%
Grietas de 2.5 mm	1	4.35%
Exposición de armadura	2	8.70%
Pérdida de junta tipo peine	1	4.35%
Corrosión de acero	3	13.04%
	23	100.00%





"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN EL PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM 66+282 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018"

NOMBRE PUENTE :	Debora Norte	PROGRESIVA (Km) :	66+282
TIPO PUENTE :	Losa Viga Concreto Armado	SOBRECARGA INDIC.:	43 Tn
PROVINCIA :	Talara	LONGITUD TOTAL(m) :	150.70
DISTRITO :	Pariñas	CALZADA (m):	7.20

CONDICIÓN DE LOS ELEMENTOS INSPECCIONADOS

NRO.	ELEMENTOS DESCRIPCIÓN	METRADO SUSTENTADO	UND	CALIFICACIÓN %*						OBSERVACIONES
				5	4	3	2	1	0	
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	176.63	m3			1			99	Grado 1: Desgaste por efecto del intemperismo. Grado 3: Grietas de 2mm de separación y exposición de armadura
110	Viga Principales concreto armado	252.90	m3						100	Grado 1: Desgaste por efecto del intemperismo.
241	Elevación de Pilares Concreto Armado	88.10	m3						100	Grado 1: Desgaste por intemperismo
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	4.87	m3			1			99	Grado 1: Manchas por humedad, deterioro por efecto de intemperismo. Grado 3: Grietas de 2 mm de separación
301	Capa Asfalto	1085.04	m2						100	Grado 1: Desgaste de material sellante.
311	Vereda Concreto	241.12	m2			3	1		96	Grado 1: Efectos de intemperismo. Grado 2: Fisuras de 1.00mm de separación en las bases de las barandas. Grado 3: Desprendimientos de concreto menores a 20 mm de profundidad. Rajaduras de 2.5mm de separación y corrosión de acero
321	Apoyo fijo Neopreno	60.00	und.						100	Grado 1: Desgaste por intemperismo
322	Apoyo deslizante de neopreno	60.00	und.						100	Grado 1: Desgaste por intemperismo
342	Tipo Peine	21.60	ml			30			70	Grado 1: Oxidación sin corrosión. Grado 3: Corrosión avanzado, dientes rotos y rajaduras del concreto
353	Barandas de Acero	301.40	ml						100	Grado 1: Presenta corrosión superficial y se han formado pequeñas picaduras
	Los metrados son referenciales.									

CONDICIÓN ESTADÍSTICA DEL PUENTE

NRO.	ELEMENTOS	Condición estadística del elemento	Factor de importancia del	Contribución del elemento al puente	Condición estadística del puente
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	1.64	1	1.64	2.35
110	Viga Principales concreto armado	1.00	1	1.00	
241	Elevación de Pilares Concreto Armado	1.00	1	1.00	
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	1.64	1	1.64	
301	Capa Asfalto	1.00	0.6	0.60	
311	Vereda Concreto	2.04	0.6	1.22	
321	Apoyo fijo Neopreno	1.00	0.6	0.60	
322	Apoyo deslizante de neopreno	1.00	0.6	0.60	
342	Tipo Peine	3.00	0.6	1.80	
353	Barandas de Acero	1.00	0.6	0.60	

COMENTARIOS :

EL PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM 66 + 282 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, SE ENCUENTRA EN UN ESTADO **REGULAR**, DEBIDO A QUE LUEGO LA EVALUACIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS ARROJA UN VALOR DE 2.35, ESTE SE HALLA DENTRO DEL RANGO DE LA CLASIFICACIÓN DE REGULAR, POR LO QUE REQUIERE QUE SE REPAREN LAS FALLAS ENCONTRADAS Y REALIZAR UN MANTENIMIENTO DE TIPO RUTINARIO CON EL FIN DE TENER UN CONTROL DE LOS POSIBLES DAÑOS POSTERIORES

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

5.2. Análisis de resultados

La toma de datos fue la siguiente, guiándose del formato de una ficha SCAP

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN LOS PUENTES DEBORA SUR Y DEBORA NORTE, UBICADOS ENTRE EL KM 066 + 000 Y KM 067 + 000 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑA, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018"			
1) IDENTIFICACION Y UBICACION					
Nombre Puente	Debora Norte	Tramo Carretera:	Sullana - Aguas Verdes		
Tipo Puente :	Losa con vigas	Dpto. Político:	Piura		
Sobre :	Quebrada	Dpto. Vial :	Piura		
Altitud (msnm) :	133.90	Provincia :	Talara		
Latitud (grad, min) :	4°36'38.995" S	Distrito :	Pariñas		
Longitud (grad, min) :	81°09'12.178" W	Poblado Cercano :	La Debora		
Ruta :	PE-01N	Kilometraje :	66+282		
2) DATOS GENERALES					
Puente Sobre :	Quebrada	Nombre :	Debora Norte		
Longitud Total (m) :	150.70	Número Vías Tránsito :	2		
Ancho Calzada (m) :	7.20	Número Proyecto :	Sin información		
Ancho Vereda (m) :	0.80	Año Construcción :	1999		
Altura Libre Superior (m) :	Libre	Última Inspección (dd/mm/aa) :	19/05/2018		
Alineamiento :	Recto	Carga indicada en el cartel:	43 Tn		
3) TRAMOS					
Numero Tramos : 10	Longitud Total(mts.) :	150.70	Longitudes Restantes :		
Tramos : Iguales	Longitud 2do. Tramo (m) :	15	15		
Luz Principal (m) : 15	Longitud 3er. Tramo (m) :	15			
<u>TRAMO 1 (Principal)</u>		<u>TRAMO 2,3,4,5,6,7,8,9,10</u>			
Categoría/Tipo :	Definitivo	Categoría/Tipo :	Definitivo		
Características Sect	Losa con Vigas	Características Secundaria:	Losa con Vigas		
Condición Borde :	Simplemente apoyado	Condición Borde :	Simplemente apoyado		
Material Predominar	Concreto armado	Material Predominante :	Concreto armado		
4) TABLERO DE RODADURA					
<u>LOSA</u>		<u>VIGAS</u>			
Material :	Concreto armado	Tipo :	Longitudinales		
Espesor (m) :	0.15	N° Vigas :	6		
Superficie de Desga	Asfalto	Material :	Concreto armado		
		Forma :	II		
		Peralte (m) :	0.95		
		Separación entre Ejes :	1.30		
5) SUBESTRUCTURA					
<u>ESTRIBO IZQUIERDO</u>		<u>ESTRIBO DERECHO</u>			
Elevación / Tipo :	Pórtico	Elevación / Tipo :	Pórtico		
Elevación / Material	Concreto armado	Elevación / Material :	Concreto armado		
6) PILARES					
<u>PILAR 1</u>		<u>PILAR 2</u>		<u>PILAR 3,4,5,6,7,8,9</u>	
Elevación / Tipo :	Pórtico	Elevación / Tipo :	Pórtico	Elevación / Tipo :	Pórtico
Elevación / Material	Concreto armado	Elevación / Material :	Concreto armado	Elevación / Material :	Concreto armado
7) DETALLES					
<u>BARANDAS</u>			<u>VEREDAS Y SARDINELES</u>		
Tipo :	Postes y pasamanos		Ancho Vereda (m) :	0.80	
Material :	Acero		Altura Sardinel (m) :	0.20	
			Material :	Concreto	
<u>APOYO</u>		<u>APOYO</u>			
Tipo :	Articulado (fijo)		Tipo :	Deslizante	
Material :	Elastomero		Material :	Elastomero	
Ubicación :	ED,PILAR1,2,3,4,5,6,7,8,9		Ubicación :	PILAR1,2,3,4,5,6,7,8,9,EI	
Número :	6		Número :	6	
<u>JUNTAS DE EXPANSIÓN</u>			<u>DRENAJE DE CALZADA</u>		
Tipo :	Tipo Peine		Tipo :	Tubos	
Material :	Metálico		Material :	PVC	

8) ACCESOS							
ACCESO IZQUIERDO		ACCESO DERECHO					
Longitud Transición (m) :	100	Longitud Transición (m) :	100				
Alineamiento :	Recto	Alineamiento :	Recto				
Ancho de Calzada (m) :	7.05	Ancho de Calzada (m) :	7.05				
Ancho Total Bermas (m) :	3.05	Ancho Total Bermas (m) :	3.05				
Pendiente Alta :	NO	Pendiente Alta :	NO				
Visibilidad :	BUENA	Visibilidad :	BUENA				
9) CONDICIÓN DEL SECTOR DE LA CARRETERA							
Condición de la Carretera :		Buena					
10) PERFIL LONGITUDINAL							
Número de Puntos :		19					
Punto Fijo :		Superficie de vereda.					
Dist. desde Pto. Fijo	Profundidad Aguas abajo	Profundidad Aguas arriba	CROQUIS				
0.00	1.25	1.25					
4.00	1.38	1.53					
9.50	4.68	4.87					
15.00	4.86	4.85					
22.50	4.87	4.97					
30.00	5.00	4.92					
37.50	5.09	5.06					
45.00	5.13	5.25					
52.50	5.21	5.20					
60.00	5.46	5.30					
67.50	5.65	5.38					
75.00	5.70	5.26					
82.50	5.30	5.28					
90.00	6.00	5.35					
97.50	5.70	5.23					
105.00	5.57	5.23					
112.50	5.73	5.43					
120.00	5.71	5.40					
127.50	5.60	5.50					
135.00	5.60	5.30					
138.00	5.25	5.21					
145.00	2.16	2.15					
150.00	1.20	1.20					
			<table border="1"> <tr> <td>Aguas Arriba</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aguas Abajo</td> <td></td> </tr> </table>	Aguas Arriba		Aguas Abajo	
Aguas Arriba							
Aguas Abajo							
			LEYENDA				
		EI: ESTRIBO IZQUIERDO	ED: ESTRIBO DERECHO				
Protección Contra Socavación : Si		Tipo : Losa de concreto					

Proceso

Para realizar el análisis en gabinete de las muestras obtenidas se trabajó con varios prototipos de libro de datos que evolucionaron de acuerdo a lo que se buscaba conseguir, en este caso, que los datos sean entendibles, claros, verificables y cuantificables.

Se tomó como referencia de los estados a los establecidos por la Guía para Inspección, Evaluación y Mantenimiento de Puentes:

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

Tabla 03: Rango de condición de un puente

Fuente: Guía para Inspección, Evaluación y Mantenimiento de Puentes

De acuerdo a estos datos se modificó la hoja de recolección que nos permitió la correcta evaluación del puente existente en la zona elegida, en este caso, el Puente Debora Norte ubicado en el Distrito de Parniñas.

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
LOSA	La losa es de concreto armado. Tiene un espesor de 0.15 m, encontramos 8 tramos de losa. Cada tramo tiene 15 m de longitud y 7.85 m de ancho. Sobre su superficie se encuentra una capa de asfalto que sirve al tránsito vehicular en dos sentidos.
VIGA PRINCIPAL	Cada tramo del puente cuenta con 6 vigas, de sección I. La viga tiene 0.95 m de peralte. El detalle de la misma se muestra en el Esquema 05: Vigas. En total, a lo largo del puente encontramos 60 vigas.
CUERPO DEL ESTRIBO	Los estribos tienen 7.70 de longitud y la altura expuesta del estribo es variable. Ver esquema 03: Elevación de cuerpo de estribos. Sobre los estribos se encuentran 6 apoyos neopreno, que se encargan de transmitir las cargas provenientes de las vigas de concreto armado.
PILARES	El puente cuenta con 7 pilares, los mismo que son del tipo viga capitel, transmiten los esfuerzos a dos columnas circulares de 0.90 m de diámetro. La viga tiene 7.70 m de longitud y 0.90 m de ancho. Presenta peralte variable, siendo la mayor dimensión de 0.90 m y la menor de 0.50 m.
CAPA DE ASFALTO	La capa de asfalto tiene 0.05 m de espesor, se encuentra recubriendo cada uno de los tramos del puente en un ancho de 7.20 m.
VEREDA	La vereda de concreto tiene 0.80 m de ancho, la altura del sardinel es de 0.20 y se desarrolla en toda la longitud del puente.
APOYO	El puente cuenta con apoyos fijos y deslizantes de neopreno reforzados con planchas metálicas, se encuentran 6 apoyos por cada estribo y 12 por cada pilar, sumando un total de 120 dispositivos de apoyo de neopreno.

JUNTAS	El puente cuenta con dos juntas tipo peine, cada una de ellas sobre los accesos al mismo. Tienen 7.20 de longitud.
BARANDAS	Las barandas son de tipo postes y pasamanos, dispuestos en ambos lados, en toda la longitud del puente. Tienen 1.05 m de altura.

Se seccionó por elementos para que la labor se más precisa y fácil de realizar, los que se denominaron como Muestras, enumeradas en orden ascendente de acuerdo a la guía antes mencionada, comenzando en este caso por la losa de concreto que es el elemento n° 104.

Con los datos obtenidos de la medición y evaluación en campo, estos pasaron a ser colocados de la siguiente manera:

SUSTENTO DE METRADO					
Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Espesor (m)	Número de veces	Total (m3)
150.70	7.85	1,183.00	0.15	1.00	177.45

- Se comenzó con el metrado del elemento en cuestión, como ejemplo, en este caso es la Losa de Concreto Armado que tiene un ancho de 7.85 m y el largo se toma el del total del puente, multiplicando finalmente por el espesor medido. El metrado de los elementos es referencial pues no influirá en el cálculo de la condición estadística

CONDICIÓN DE ELEMENTO							
104 : LOSA DE CONCRETO ARMADO (REFUERZO TRANSVERSAL)							
Metrado	Unidad	Calificación (%)					
		5	4	3	2	1	0
176.63	m3			1		99	

El ordenamiento significa:

- El metrado que aparece es referencial de acuerdo a lo que se ha podido observar en el campo, es decir, los elementos visibles del puente, no enterrados.

- La unidad sale de la guía para la inspección, evaluación y mantenimiento de puentes
- Lo mismo ocurre con la calificación que se toma de forma ascendente, es decir, a mayor daño, mayor es el valor que se toma para la calificación.
- Estos valores (0, 1, 2, 3, 4 y 5) van de la mejor condición encontrada hasta el peor estado en que se puede hallar un elemento del puente.
- Esto significa que, al momento de evaluar el elemento, Losa de Concreto Armado para el ejemplo, se observa y se determina aproximadamente el porcentaje de incidencia de la patología encontrada, ya sean grietas menores de 0.25 mm que son fallas de Grado 1, hasta mayores a los 3 mm de separación, que son de Grado 3. Se evalúa de manera visual y se coloca en la tabla, en esta ocasión, se encontró que hay un 1% de daños que se ubican en Grado 3 y el resto en Grado 1. Estos daños se encuentran en la guía mencionada anteriormente.

Observaciones	
Grado 1	Desgaste por efecto del intemperismo
Grado 3	Grietas de 2mm de separación y exposición de acero

- En las observaciones se han colocado los daños que se han considerado para ponderar en un determinado grado de severidad al elemento, para este ejemplo, en Grado 1, que dicho sea de paso el 99% del elemento se encuentra en ese estado, se ha considera el desgaste por intemperismo, y el 1% restante es de grietas de 2 mm de separación y exposición de armadura, que es el Grado 3

Comentarios
La losa se observa en buenas condiciones, presenta desgaste por intemperismo. La losa presenta deterioro propio del uso y por efectos de intemperismo. Grado 1 con 100%. La losa presenta grietas de 2mm de separación con exposición de acero. Grado 3 con 1%

- En esta fila se colocan los comentarios relacionados al elemento, alguna acotación extra o complementaria a los valores dados anteriormente

Recomendaciones

Se requiere hidrolimpieza y sellado de fisura con aditivo epóxico

- Y por último las recomendaciones que se le pueden dar respecto al elemento evaluado

Las condiciones encontradas en los elementos restantes fueron las siguientes:

Elemento N° 110: Vigas principales de concreto armado

- El metrado del elemento resultó 252.90 m³ aproximadamente
- En la evaluación se determinó que el 100% de las vigas se encuentran en buen estado y con desgaste propio del intemperismo
- Se ubica en el Grado de severidad 1
- Se recomienda realizar mantenimiento rutinario y monitorear el desgaste

Elemento N° 202: Elevación del cuerpo del estribo de concreto armado

- El metrado del elemento resultó 4.87 m³ aproximadamente
- En la evaluación se determinó que el 99% de los estribos se encuentran en buen estado y con desgaste propio del intemperismo, el 1% presenta grietas de 2mm de separación
- Se ubica en el Grado de severidad 1 con 99% y Grado de severidad 3 con 1%
- Se recomienda sellado de grietas con aditivo epóxico e hidrolimpieza

Elemento N° 241: Elevación de pilares de concreto armado

- El metrado del elemento resultó 90.49 m³ aproximadamente
- En la evaluación se determinó que el 100% de los pilares se encuentran en buen estado y con desgaste propio del intemperismo
- Se ubica en el Grado de severidad 1
- Se recomienda realizar mantenimiento rutinario y monitorear el desgaste

Elemento N° 301: Capa asfalto

- El metrado del elemento resultó 1,085.04 m² aproximadamente
- En la evaluación se determinó que el 100% de la capa de asfalto se encuentra en buen estado y con desgaste del material sellante
- Se ubica en el Grado de severidad 1
- Se recomienda realizar mantenimiento rutinario y tener en cuenta el desgaste

Elemento N° 311: Veredas de concreto

- El metrado del elemento resultó 241.12 m² aproximadamente
- En la evaluación se determinó que el 3 % de la vereda presenta exposición de armadura y corrosión de la misma, el 1% presenta grietas de 2 mm de separación y el 96% presenta manchas por humedad y deterioro por efecto de intemperismo
- Se ubica en el Grado de severidad 1 con 96%, Grado de severidad 2 con 1% y Grado de severidad 3 con 3%
- Se recomienda realizar reparar las grietas con aditivo epóxico y monitoreo frente a futuras fallas

Elemento N° 321: Apoyo fijo de neopreno

- El metrado del elemento resultó 60 und
- En la evaluación se determinó que el 100% de los apoyos fijos de neopreno se encuentran en buen estado, con material que alrededor y sin principios de cristalización
- Se ubica en el Grado de severidad 1
- Se recomienda realizar mantenimiento rutinario

Elemento N° 322: Apoyo deslizante de neopreno

- El metrado del elemento resultó 60 und
- En la evaluación se determinó que el 100% de los apoyos deslizantes de neopreno se encuentran en buen estado, con material que alrededor y sin principios de cristalización
- Se ubica en el Grado de severidad 1
- Se recomienda realizar mantenimiento rutinario

Elemento N° 342: Juntas tipo peine

- El metrado del elemento resultó de 21.60 ml
- En la evaluación se determinó que el 30% de las juntas tipo peine presentan corrosión avanzada, dientes rotos en más del 10% de su longitud, desprendimiento de junta y rajaduras del concreto, el 70% presenta oxidación sin corrosión
- Se ubica en el Grado de severidad 1 con 70% y Grado de severidad 3 con 30%
- Se recomienda reemplazar juntas dañadas

Elemento N° 353: Barandas de acero

- El metrado del elemento resultó de 301.40 ml
- En la evaluación se determinó que el 100% de las barandas de acero se encuentran en con corrosión superficial y formación de pequeñas picaduras
- Se ubica en el Grado de severidad 1
- Se recomienda mantenimiento rutinario

Estas acotaciones en cuanto al llenado de las fichas formatos para la evaluación por elemento del puente, ahora seguiremos el proceso para la ficha resumen que compila los resultados de los elementos para determinar la condición estadística del puente.

CONDICIÓN DE LOS ELEMENTOS INSPECCIONADOS										
ELEMENTOS		METRADO SUSTENTADO	UND	CALIFICACIÓN %*						OBSERVACIONES
NRO.	DESCRIPCIÓN			5	4	3	2	1	0	
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	176.63	m3			1			99	Grado 1: Desgaste por efecto del intemperismo. Grado 3: Grietas de 2mm de separación y exposición de armadura
110	Viga Principales concreto armado	252.90	m3						100	Grado 1: Desgaste por efecto del intemperismo.
241	Elevación de Pilares Concreto Armado	88.10	m3						100	Grado 1: Desgaste por intemperismo
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	4.87	m3			1			99	Grado 1: Manchas por humedad, deterioro por efecto de intemperismo. Grado 3: Grietas de 2 mm de separación
301	Capa Asfalto	1085.04	m2						100	Grado 1: Desgaste de material sellante.
311	Vereda Concreto	241.12	m2			3	1		96	Grado 1: Efectos de intemperismo. Grado 2: Fisuras de 1.00mm de separación en las bases de las barandas. Grado 3: Desprendimientos de concreto menores a 20 mm de profundidad. Rajaduras de 2.5mm de separación y corrosión de acero
321	Apoyo fijo Neopreno	60.00	und.						100	Grado 1: Desgaste por intemperismo
322	Apoyo deslizante de neopreno	60.00	und.						100	Grado 1: Desgaste por intemperismo
342	Tipo Peine	21.60	ml			30			70	Grado 1: Oxidación sin corrosión. Grado 3: Corrosión avanzado, dientes rotos y rajaduras del concreto
353	Barandas de Acero	301.40	ml						100	Grado 1: Presenta corrosión superficial y se han formado pequeñas picaduras
	Los metrados son referenciales.									

En este cuadro se ordenaron los datos obtenidos en los formatos anteriores, una especie de resumen con sus respectivos valores encontrados colocados en la calificación correspondiente según evaluación.

Los datos de la calificación servirán para la determinación de la condición estadística del puente en cuestión. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Condición estadística del elemento: Es el número que califica la condición del puente y de cada uno de los elementos que lo conforman. Este se deduce de lo que se evalúa en campo y se coloca en forma de porcentaje de acuerdo a lo observado, dentro de las escalas que se observan, en este caso, del 0 al 5, donde 0 es el valor óptimo y 5 la condición en peor estado

El primer paso a seguir es colocar los porcentajes en condiciones umbral. Las condiciones umbral significan que, si el porcentaje de un determinado grado de severidad alcanza un valor significativo, éste debe ser evaluado como si la totalidad del elemento se encontrara en dicha condición. Para los grados del 0 al 4 el porcentaje del umbral es de 25%, mientras que en el grado 5, el porcentaje decae a un 3%, es decir, basta con que un elemento tenga 3% en grado 5 (Muy Pobre) para que se considere de la misma manera a todo el elemento, lo mismo para el umbral de 25% de los grados 0, 1, 2, 3 y 4

Para este primer paso se toman los valores obtenidos en campo y se dividen por el umbral correspondiente a cada grado de severidad, para luego multiplicarlo por 100

Elemento	Descripción	Nivel de la condición					
		5	4	3	2	1	0
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	0	0	4	0	396	0
110	Viga Principales concreto armado	0	0	0	0	400	0
241	Elevación de Pilares Concreto Armado	0	0	0	0	400	0
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	0	0	4	0	396	0
301	Capa Asfalto	0	0	0	0	400	0
311	Vereda Concreto	0	0	12	4	384	0
321	Apoyo fijo Neopreno	0	0	0	0	400	0
322	Apoyo deslizante de neopreno	0	0	0	0	400	0
342	Tipo Peine	0	0	120	0	280	0
353	Barandas de Acero	0	0	0	0	400	0

En el segundo paso se acumulan los valores obtenidos anteriormente de la condición umbral desde el grado más desfavorable hacia el más favorable, es decir, desde el grado 5 al 0, hasta que la suma exceda el valor de 100.

Elemento	Descripción	Nivel de la condición					
		5	4	3	2	1	0
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	0	0	4	4	400	400
110	Viga Principales concreto armado	0	0	0	0	400	400
241	Elevación de Pilares Concreto Armado	0	0	0	0	400	400
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	0	0	4	4	400	400
301	Capa Asfalto	0	0	0	0	400	400
311	Vereda Concreto	0	0	12	16	400	400
321	Apoyo fijo Neopreno	0	0	0	0	400	400
322	Apoyo deslizante de neopreno	0	0	0	0	400	400
342	Tipo Peine	0	0	120	120	400	400
353	Barandas de Acero	0	0	0	0	400	400

El tercer paso es reajustar los valores de tal manera que sumen 100, de tal manera que sea el total del elemento, así se obtiene la condición del umbral

Elemento	Descripción	Nivel de la condición						Total
		5	4	3	2	1	0	
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	0	0	4	4	92	0	100
110	Viga Principales concreto armado	0	0	0	0	100	0	100
241	Elevación de Pilares Concreto Armado	0	0	0	0	100	0	100
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	0	0	4	4	92	0	100
301	Capa Asfalto	0	0	0	0	100	0	100
311	Vereda Concreto	0	0	12	16	72	0	100
321	Apoyo fijo Neopreno	0	0	0	0	100	0	100
322	Apoyo deslizante de neopreno	0	0	0	0	100	0	100
342	Tipo Peine	0	0	100	0	0	0	100
353	Barandas de Acero	0	0	0	0	100	0	100

Cuarto paso a seguir es reducir los números de la condición de umbral obtenidos a un solo valor por elemento, que vendría a ser la condición estadística. Este valor se obtiene elevando a la quinta potencia el número de condición de umbral multiplicado por el porcentaje obtenido en el reajuste anterior, y a este producto dividirlo entre 100. De esta manera para cada grado de severidad. Una vez obtenidos dichos valores, para obtener el valor de la condición estadística, se sumarán las filas y el resultado se elevará a la 0.2 potencia o también se obtendrá mediante la raíz quinta de esta suma.

Por ejemplo, en el elemento 104, el número de a condición será el del grado 3, es decir, 3, quedando de la siguiente manera: $[(3^5 \times 4) / 100]$, dando como resultado 9.72, y así con cada grado y para cada elemento, resultando el siguiente cuadro:

Elemento	Descripción	Nivel de la condición						Condición Estadística
		5	4	3	2	1	0	
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	0.00	0.00	9.72	1.28	0.92	0.00	1.64
110	Viga Principales concreto armado	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
241	Elevación de Pilares Concreto Armado	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	0.00	0.00	9.72	1.28	0.92	0.00	1.64
301	Capa Asfalto	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
311	Vereda Concreto	0.00	0.00	29.16	5.12	0.72	0.00	2.04
321	Apoyo fijo Neopreno	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
322	Apoyo deslizante de neopreno	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
342	Tipo Peine	0.00	0.00	243.00	0.00	0.00	0.00	3.00
353	Barandas de Acero	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00

Para concluir, estos valores se conjugarán en otro cuadro para determinar la condición estadística del puente en general.

- ✓ En un cuadro se ordenan los valores obtenidos en el proceso anterior de la determinación de la condición estadística de los elementos, seguido del

factor de importancia de los mismos, los cuales se podrán observar en la parte de aspectos complementarios del presente trabajo de investigación

- ✓ El producto se denominará “Contribución del elemento al puente”
- ✓ Se determina el número de elementos
- ✓ Se determina el mayor valor de esos productos obtenidos
- ✓ Se halla la contribución remanente que es la sumatoria de los productos obtenidos
- ✓ La condición estadística del puente se obtiene del cociente de la contribución remanente menos el mayor valor de la contribución de los elementos, todo entre el producto de la mayor contribución por el número de elementos menos 1, adicionando el mayor valor de la contribución al cociente obtenido

CONDICIÓN ESTADÍSTICA DEL PUENTE					
NRO.	ELEMENTOS	Condición estadística del elemento	Factor de importancia del	Contribución del elemento al puente	Condición estadística del puente
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	1.64	1	1.64	2.35
110	Viga Principales concreto armado	1.00	1	1.00	
241	Elevación de Pilares Concreto Armado	1.00	1	1.00	
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	1.64	1	1.64	
301	Capa Asfalto	1.00	0.6	0.60	
311	Vereda Concreto	2.04	0.6	1.22	
321	Apoyo fijo Neopreno	1.00	0.6	0.60	
322	Apoyo deslizante de neopreno	1.00	0.6	0.60	
342	Tipo Peine	3.00	0.6	1.80	
353	Barandas de Acero	1.00	0.6	0.60	

Numero de elementos	10.00
Mayor	1.80
Sumatoria	10.70
Suma-mayor	8.90

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

EL PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM 66 + 282 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, SE ENCUENTRA EN UN ESTADO **REGULAR**, DEBIDO A QUE LUEGO LA EVALUACIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS ARROJA UN VALOR DE 2.35, ESTE SE HALLA DENTRO DEL RANGO DE LA CLASIFICACIÓN DE REGULAR, POR LO QUE REQUIERE QUE SE REPAREN LAS FALLAS ENCONTRADAS Y REALIZAR UN MANTENIMIENTO DE TIPO RUTINARIO CON EL FIN DE TENER UN CONTROL DE LOS POSIBLES DAÑOS POSTERIORES

VI. CONCLUSIONES

- Las patologías halladas fueron las siguientes:

Desgaste por intemperismo	34.78%
Manchas por humedad	4.35%
Desgaste de material sellante	4.35%
Oxidación sin corrosión	4.35%
Picaduras en el acero	4.35%
Grietas de 1mm de separación	4.35%
Desprendimiento de concreto menor a 20 mm de profundidad	4.35%
Grietas de 2 mm de separación	8.70%
Grietas de 2.5 mm de separación	4.35%
Exposición de armadura	8.70%
Pérdida de junta tipo peine	4.35%
Corrosión de acero	13.04%

- La patología de mayor incidencia encontrada es la denominada “Desgaste por intemperismo” con un 34.78 %
- La condición estadística que determina el estado del puente se ubicó en el rango de 2.00 – 3.00, con una puntuación de 2.35, se considera “REGULAR”

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS

RECOMENDACIONES

- Para las grietas mayores a 1.5 mm se recomienda rotular la falla y sellarlas con aditivo epóxico, en los elementos de concreto en que se hallan estas
- Se recomienda reemplazo de acero de refuerzo en la zona de la losa en que se encuentra expuesto y corroído, además de reparar el desprendimiento de concreto menor a los 20 mm de profundidad existente en los elementos de concreto
- Reemplazar la junta tipo peine pues, ha perdido más del 10% de su longitud y el concreto a su alrededor presenta grietas y desprendimientos, además de verificar la funcionalidad de la misma porque se ha visto comprometido parte del estribo izquierdo por filtraciones de agua
- Para el desgaste por intemperismo como acumulación de polvo, se recomiendan trabajos de hidrolimpieza
- Para las grietas de 1 mm de separación o menores, se recomienda monitorear para evitar futuros agravamientos de la falla
- Para el desgaste de material sellante, oxidación sin corrosión, manchas por humedad y picaduras de acero, se recomienda monitorear esas patologías para evitar que se agraven demasiado y darles mantenimiento cuando sea necesario

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. García J., Ospina J., Graciano E. LA INFRAESTRUCTURA DE PUENTES EN LAS VÍAS SECUNDARIAS DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA. Revista EIA. 2014. 11(22). 119-131.
2. Cuba Y., González L. ESTUDIO DEL ESTADO DE LOS PUENTES EN LA CARRETERA CENTRAL EN SU TRAVESÍA POR LA PROVINCIA DE MATANZAS. Revista de Arquitectura e Ingeniería. 2012. 6(2). 1-18.
3. Tadeu N., Lenz A. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS EN PUENTES DE CARRETERAS URBANAS Y RURALES. Revista Ingeniería de Construcción. 2011. 26(1). 05 – 24.
4. Amdia E. DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR CHANCHARÁ DE TIPO VIGA-LOSA, EN EL RÍO PONGORA, DISTRITO DE PACAYCASA, PROVINCIA DE HUAMANGA, REGIÓN AYACUCHO, MARZO – 2016. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Ayacucho. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; Facultad de Ingeniería; 2016
5. Bazán Y. FALLAS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CHACARUME, CELENDÍN; SEGÚN LA DIRECTIVA N° 01-2006-MTC/14, DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca; Facultad de Ingeniería; 2014

6. Moreno A. NIVEL DEL DETERIORO ESTRUCTURAL EN EL PUENTE DE CONCRETO "PUENTE ORELLANA" – JAÉN. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca; Facultad de Ingeniería; 2013.
7. Ipanaqué J. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS ESTRUCTURAS DE LOS PUENTES CARROZABLES DE LA REGIÓN PIURA – 2014: PUENTE BOLOGNESI, PUENTE SÁNCHEZ CERRO, PUENTE INTENDENCIA LUIS A. EGUIGUREN, PUENTE AVELINO CÁCERES 1º, 2º, PUENTE MIGUEL GRAU, PUENTE INDEPENDENCIA, Y LA INFLUENCIA PATOLÓGICA EN SU VIDA ÚTIL. PIURA, MARZO – 2014. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Piura. Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, Facultad de Ingeniería; 2014.
8. Sánchez V. VULNERABILIDAD DE LOS PUENTES – IMPACTOS DEL FENÓMENO EL NIÑO EN LOS PUENTES DEL NORTE. 2015
9. Claros R, Meruvia P. APOYO DIDÁCTICO EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE PUENTES. Trabajo Dirigido, por adscripción, para obtener el Diploma Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil. Cochabamba. Universidad Mayor de San Simón; Facultad de Ciencias y Tecnología; 2004.
10. Morales H. SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE PUENTES DE FÁBRICA. Proyecto Fin de Máster. Madrid. Universidad Politécnica de Madrid; Escuela Superior de Ingeniería Civil, 2016.

11. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. MANUAL DE PUENTES. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Lima. 2016.
12. Contreras C., Reyes E. EVALUACIÓN, DIAGNOSTICO PATOLÓGICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE ROMERO AGUIRRE. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Cartagena. Universidad de Cartagena; Facultad de Ingeniería, 2014.
13. Muñoz J., Agüero P., Vargas S., Villalobos E., Vargas L., Barrantes R., et al. GUÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PUENTES EN COSTA RICA MEDIANTE INSPECCIÓN VISUAL. LanammeUCR. Programa de Infraestructura del Transporte. Unidad de Puentes. San José, 2015.
14. Parra S., Sedano G. DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE PUENTES EXISTENTES. Trabajo de Grado para optar el Título de Magister en Ingeniería Civil. Bogotá D.C. Pontificia Universidad Javeriana; Facultad de Ingeniería, 2011.
15. Martinez J. SISTEMAS DE GESTIÓN DE PUENTES. OPTIMIZACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO. IMPLEMENTACIÓN EN REDES LOCALES DE CARRETERAS. Tesis Doctoral. Madrid. Universidad Politécnica de Madrid; Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2016.
16. Barba M., Molina M. PROPUESTA DE GUÍA DE INSPECCIÓN CUALITATIVA PARA PUENTES EN NICARAGUA. Tesis monográfica para optar al Título de Ingeniero

Civil. Managua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; Facultad de Ciencias e Ingenierías, 2012.

17. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. GUÍA PARA INSPECCIÓN DE PUENTES. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Lima. 2006.

18. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. GUÍA PARA INSPECCIÓN, EVALUACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PUENTES. Unidad Gerencial de Conservación. PROVIAS Nacional. Lima. 2008.

19. Gutiérrez C. PATOLOGÍA ESTRUCTURAL DEL PUENTE ELEVADO LOS DOS CAMINOS UBICADO EN EL MUNICIPIO SUCRE, ESTADO MIRANDA CARACAS – VENEZUELA. Proyecto de Grado para optar el Título de Ingeniero Civil. Universidad Nueva Esparta; Facultad de Ingeniería, 2014.

20. Velasco E. DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DEL NIVEL DE INCIDENCIA DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN EDIFICACIONES DE LOS MUNICIPIOS DE BARBOSA Y PUENTE NACIONAL DEL DEPARTAMENTO DE SANTANDER. Tesis de Grado presentada como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad Militar Nueva Granada; Programa de Ingeniería Civil, 2014.

21. Valenzuela M. REFUERZO DE PUENTES EXISTENTES POR CAMBIO DE ESQUEMA ESTÁTICO. APLICACIÓN AL PUENTE SAN LUIS EN CHILE. Tesina de Máster. Universidad Politécnica de Catalunya; Departament D'Enginyeria de la Construcció, 2010.

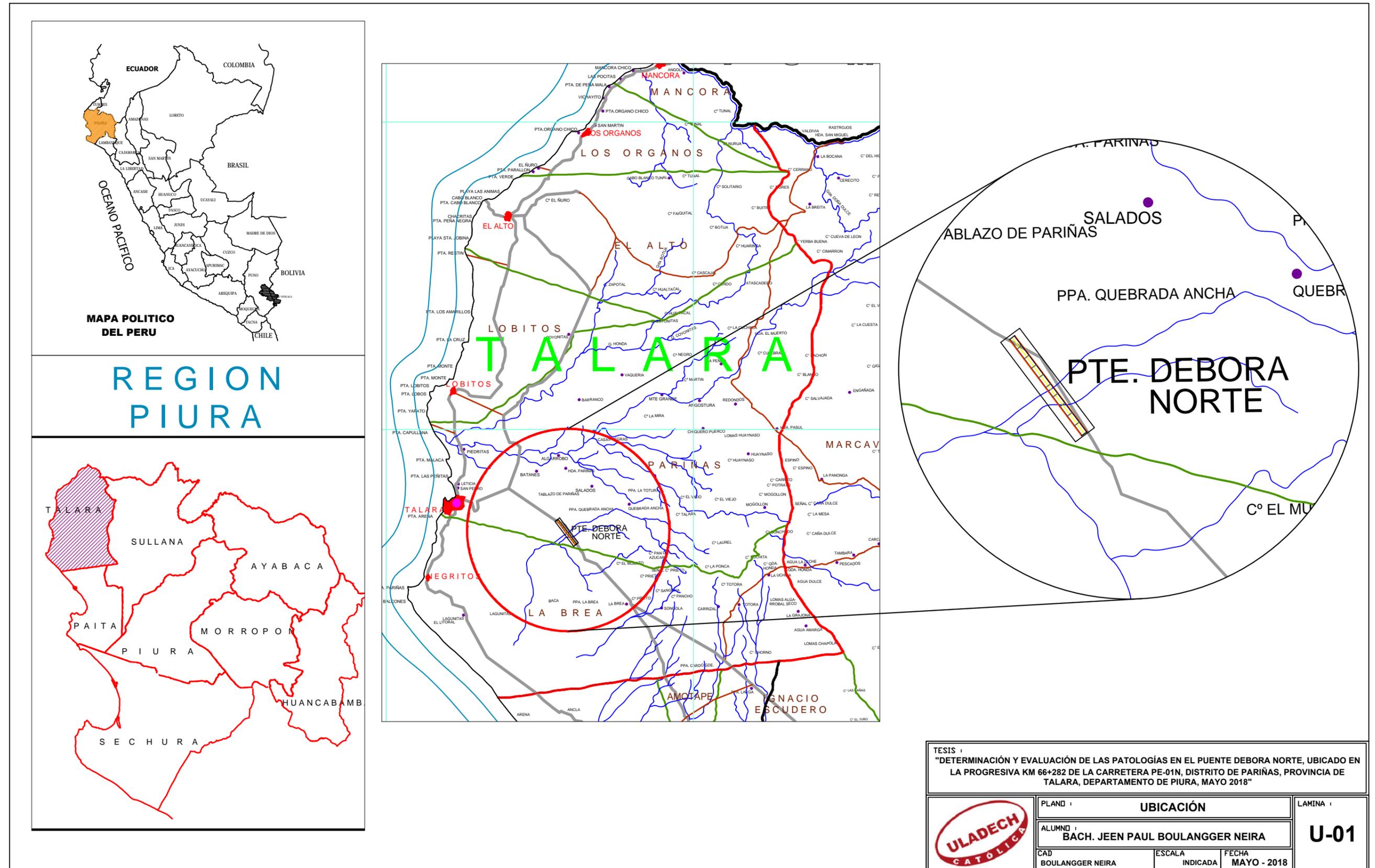
22. Panqueva J. ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS FÍSICAS DE PUENTES VEHICULARES EN CONCRETO EN LA LOCALIDAD DE CHAPINERO. Trabajo de grado para optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad Católica de Colombia; Facultad de Ingeniería, 2015.

ANEXOS

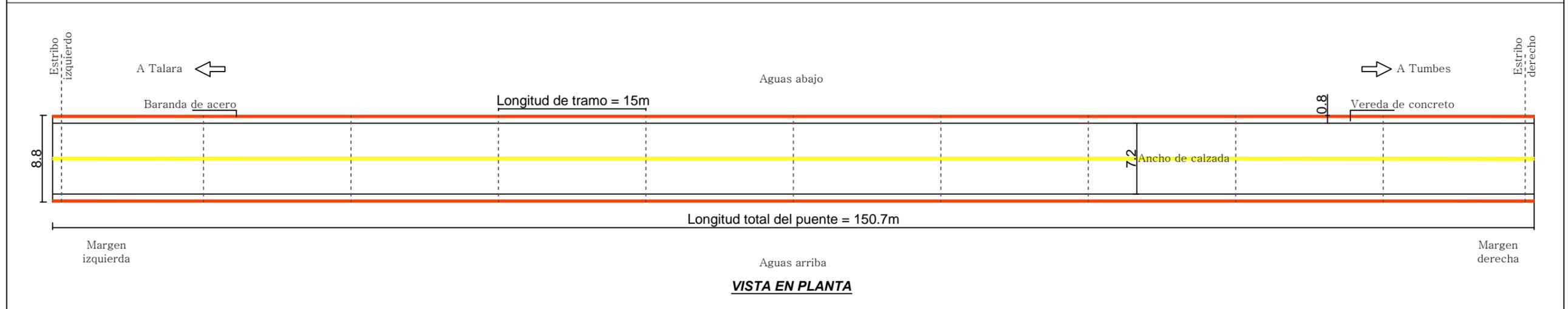
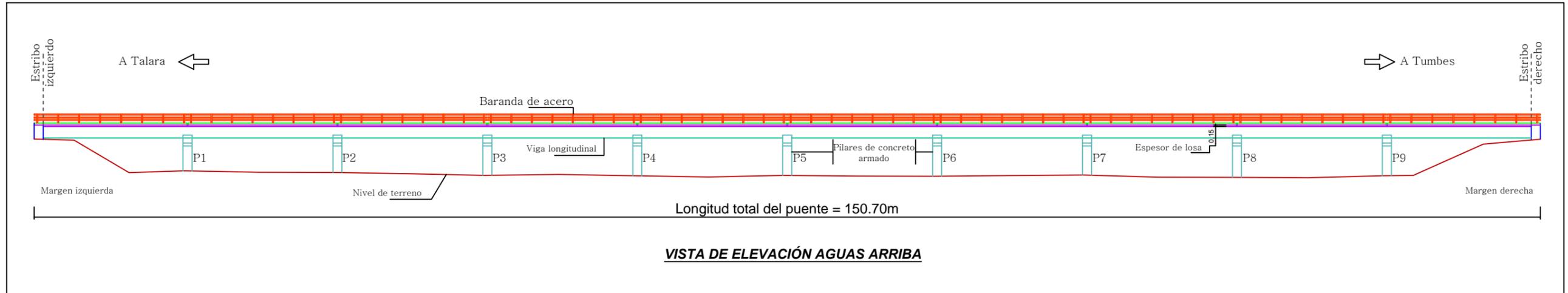
Anexo 01: Formato de toma de datos

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS EN LOS PUENTES DEBORA SUR Y DEBORA NORTE, UBICADOS ENTRE EL KM 066 + 000 Y KM 067 + 000 DE LA CARRETERA PE - 01N, DISTRITO DE PARIÑA, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018"
---	---

1) IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN		
Nombre Puente :	Tramo Carretera :	
Tipo Puente :	Dpto. Político :	
Sobre :	Dpto. Vial :	
Altitud (msnm) :	Provincia :	
Latitud (grad, min) :	Distrito :	
Longitud (grad, min) :	Poblado Cercano :	
Ruta :	Kilometraje :	
2) DATOS GENERALES		
Puente Sobre :	Nombre :	
Longitud Total (m) :	Número Vías Tránsito :	
Ancho Calzada (m) :	Número Proyecto :	
Ancho Vereda (m) :	Año Construcción :	
Altura Libre Superior (m) :	Última Inspección (dd/mm/aa) :	
Alineamiento :	Carga indicada en el cartel :	
3) TRAMOS		
Numero Tramos :	Longitud Total(mts.) :	Longitudes Restantes :
Tramos :	Longitud 2do. Tramo (m) :	
Luz Principal (m) :	Longitud 3er. Tramo (m) :	
<u>TRAMO 1 (Principal)</u>		<u>TRAMO</u>
Categoría/Tipo :	Categoría/Tipo :	
Características Sect	Características Secundaria:	
Condición Borde :	Condición Borde :	
Material Predominar	Material Predominante :	
4) TABLERO DE RODADURA		
<u>LOSA</u>		<u>VIGAS</u>
Material :	Tipo :	
Espesor (m) :	N° Vigas :	
Superficie de Desga	Material :	
	Forma :	
	Peralte (m) :	
	Separación entre Ejes :	
5) SUBESTRUCTURA		
<u>ESTRIBO IZQUIERDO</u>		<u>ESTRIBO DERECHO</u>
Elevación / Tipo :	Elevación / Tipo :	
Elevación / Material	Elevación / Material :	
6) PILARES		
<u>PILAR</u>		<u>PILAR</u>
Elevación / Tipo :	Elevación / Tipo :	Elevación / Tipo :
Elevación / Material :	Elevación / Material :	Elevación / Material :
7) DETALLES		
<u>BARANDAS</u>		<u>VEREDAS Y SARDINELES</u>
Tipo :	Ancho Vereda (m) :	
Material :	Altura Sardinel (m) :	
	Material :	
<u>APOYO</u>		<u>APOYO</u>
Tipo :	Tipo :	
Material :	Material :	
Ubicación :	Ubicación :	
Número :	Número :	
<u>JUNTAS DE EXPANSION</u>		<u>DRENAJE DE CALZADA</u>
Tipo :	Tipo :	
Material :	Material :	
8) ACCESOS		
<u>ACCESO IZQUIERDO</u>		<u>ACCESO DERECHO</u>
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 :	



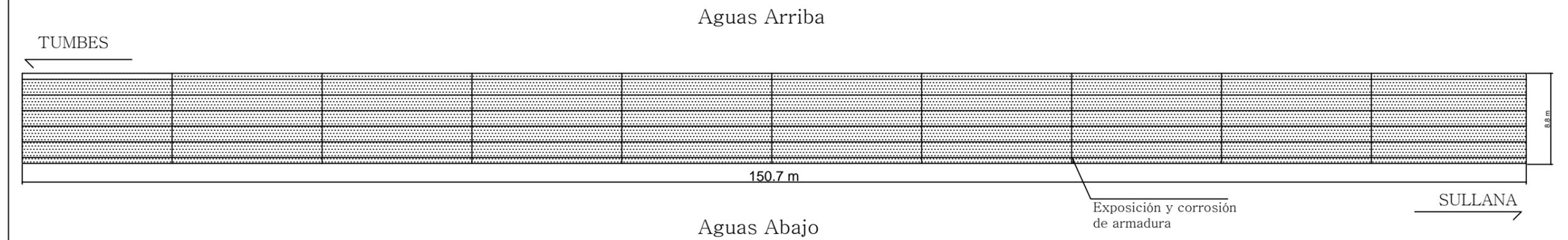
Anexo N° 03: Vista en elevación y en planta



TESIS: "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM 66+282 DE LA CARRETERA PE-01N, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018"			
	PLANO: VISTA EN ELEVACIÓN Y PLANTA		LAMINA:
	ALUMNO: BACH. JEEN PAUL BOULANGGER NEIRA		A-01
CAD: BOULANGGER NEIRA	ESCALA: INDICADA	FECHA: MAYO - 2018	

Anexo N° 04: Mapeo de deterioros

MAPEO DE DETERIORO DE LOSA



LEYENDA

Desgaste por intemperismo

TESIS :
 "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM 66+282 DE LA CARRETERA PE-01N, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018"

	PLANO: DETERIORO DE ELEMENTOS		LAMINA:
	ALUMNO: BACH. JEEN PAUL BOULANGGER NEIRA		DE-01
CAD: BOULANGGER NEIRA	ESCALA: INDICADA	FECHA: MAYO - 2018	

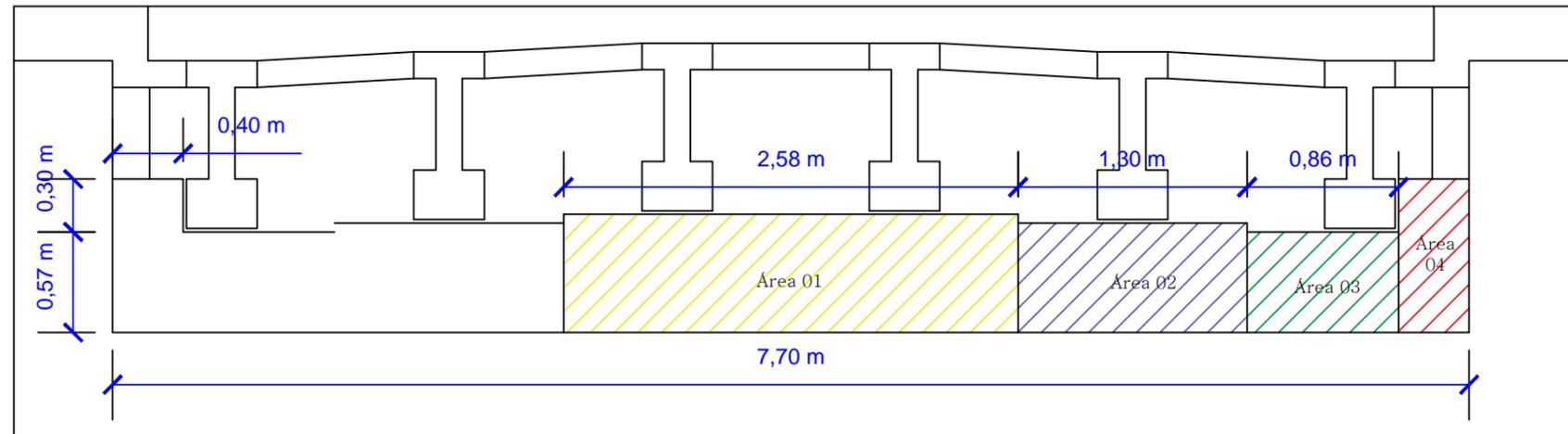
MAPEO DE DETERIORO DE LA CAPA DE ASFALTO



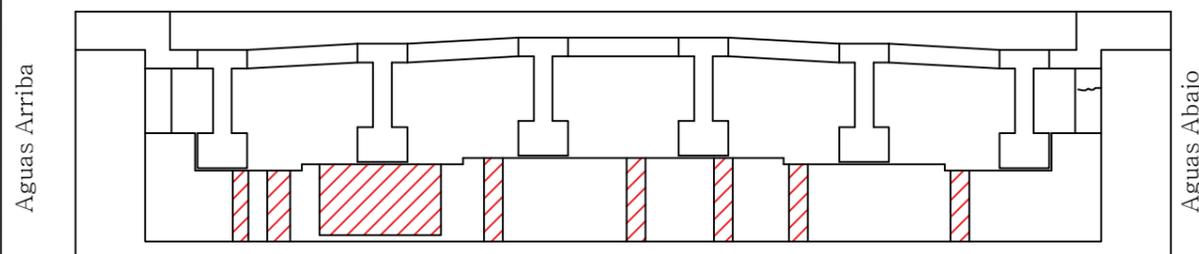
LEYENDA	
	Desgaste material sellante
	Rajaduras

<small>TESIS:</small> "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM 66+282 DE LA CARRETERA PE-01N, DISTRITO DE PARÍNAS, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018"			
	PLANO:	DETERIORO DE ELEMENTOS	LAMINA:
	ALUMNO:	BACH. JEEN PAUL BOULANGER NEIRA	DE-02
CAD:	BOULANGER NEIRA	ESCALA:	INDICADA
		FECHA:	MAYO - 2018

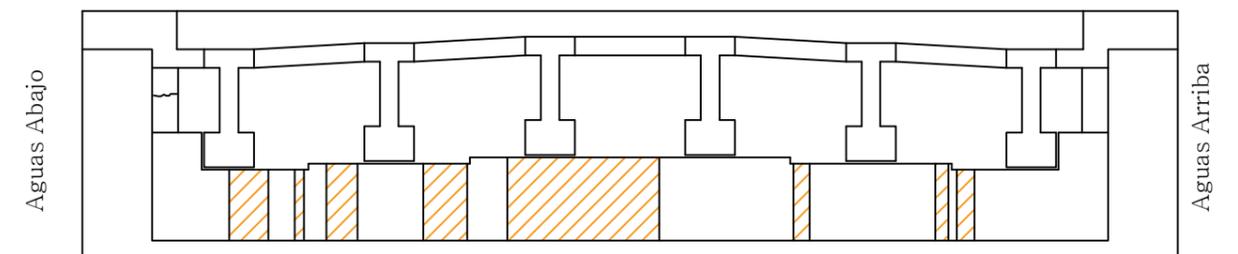
MAPEO DE DETERIORO DE ESTRIBOS



ESTRIBO IZQUIERDO



ESTRIBO DERECHO



LEYENDA	
	Manchas por humedad
	Grietas

<small>TESIS:</small> "DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL PUENTE DEBORA NORTE, UBICADO EN LA PROGRESIVA KM 66+282 DE LA CARRETERA PE-01N, DISTRITO DE PARIÑAS, PROVINCIA DE TALARA, DEPARTAMENTO DE PIURA, MAYO 2018"			
	PLANO :	DETERIORO DE ELEMENTOS	LAMINA :
	ALUMNO :	BACH. JEEN PAUL BOULANGGER NEIRA	DE-03
	CAD BOULANGGER NEIRA	ESCALA INDICADA	FECHA MAYO - 2018

Anexo 05: Vista en elevación del puente aguas arriba



Anexo 06: Vista de capa de asfalto



Anexo 07: Vista de pilares de concreto



Anexo 08: Vista de losa (Daño en grado 03)



Anexo 09: Vista de barandas de acero y veredas de concreto



Anexo 10: Vista de grietas en vereda y exposición de armadura (Grado 03)



Anexo N° 11: Recolección de datos (Grietas)



Anexo N° 12: Factor de importancia de los elementos del puente

Tabla 04: Factor de importancia de los elementos del puente

Item	Codif. Elemento	Elemento	Factor Importancia
1	Elemento N° 101 :	Losa de concreto armado (Refuerzo longitudinal)	1.00
2	Elemento N° 104 :	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	1.00
3	Elemento N° 102 :	Losa de concreto pretensado (Pretensado Longitudinal)	1.00
4	Elemento N° 105 :	Losa de concreto pretensado (Pretensado Transversal)	1.00
5	Elemento N° 103:	Losa de Concreto Simple	1.00
6	Elemento N° 106:	Plancha Metálica Corrugada	1.00
7	Elemento N° 107 :	Tablero de Madera	1.00
8	Elemento N° 110:	Viga Principales concreto armado	1.00
9	Elemento N° 111:	Vigas Secundarias de concreto armado	1.00
10	Elemento N° 112 :	Vigas Principales de concreto pretensado	1.00
11	Elemento N° 113:	Vigas Secundarias de concreto Pretensado	1.00
12	Elemento N° 114:	Vigas Principales de Acero Estructural	1.00
13	Elemento N° 115:	Vigas Secundarias de Acero	1.00
14	Elemento N° 161:	Vigas Transversales y Largueros de Acero	1.00
15	Elemento N° 116 :	Vigas de Madera	1.00
16	Elemento N° 117:	Arriostres de Acero	1.00
17	Elemento N° 131 :	Columnas de concreto armado	1.00
18	Elemento N° 132 :	Columnas de concreto pretensado	1.00
19	Elemento N° 133 :	Columna de acero estructural	1.00
20	Elemento N° 134 :	Muros de Concreto Armado	1.00
21	Elemento N° 135 :	Muros de Concreto Simple	1.00
22	Elemento N° 136 :	Tirante de Concreto Pretensado en pórticos	1.00
23	Elemento N° 145 :	Arco de concreto armado	1.00
24	Elemento N° 146 :	Arco de acero estructural	1.00
25	Elemento N° 160:	Bridas superior e inferior, Montantes y Diagonales de Acero	1.00
26	Elemento N° 168 :	Estructura Metálica Bailey	1.00
27	Elemento N° 180:	Cables Principales de Acero	1.00
28	Elemento N° 181:	Barras de Anclaje en puentes colgantes	1.00
29	Elemento N° 182 :	Torres de Acero	1.00
30	Elemento N° 183:	Péndolas de Acero con Sockets	1.00
31	Elemento N° 184:	Accesorios (Sillas de Montar, Montura de Péndolas) en ptes colgantes	1.00
32	Elemento N° 185:	Vigas de Rigidez	1.00
33	Elemento N° 186:	Arriostres de Acero	1.00
34	Elemento N° 190 :	Losa de Concreto Simple	1.00

35	Elemento N° 191 :	Losa de concreto armado (Refuerzo longitudinal)	1.00
36	Elemento N° 192 :	Muros de Concreto Simple	1.00
37	Elemento N° 193 :	Muros de Concreto Armado Alcantarilla	1.00
38	Elemento N° 196:	Plancha Metálica Corrugada (TMC)	1.00
39	Elemento N° 201 :	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Simple	1.00
40	Elemento N° 204 :	Elevación Alas del Estribo Concreto Simple	1.00
41	Elemento N° 240 :	Elevación de Pilares Concreto Simple	1.00
42	Elemento N° 202:	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	1.00
43	Elemento N° 205:	Elevación Alas del Estribo de Concreto Armado	1.00
44	Elemento N° 241:	Elevación de Pilares Concreto Armado	1.00
45	Elemento N° 203 :	Elevación Cuerpo del Estribo Madera	1.00
46	Elemento N° 206 :	Elevación Alas del Estribo Madera	1.00
47	Elemento N° 207 :	Elevación Cuerpo del Estribo de Mampostería de Piedra	1.00
48	Elemento N° 208:	Elevación Alas del Estribo Mampostería de Piedra	1.00
49	Elemento N° 215:	Zapata de Concreto Simple	1.00
50	Elemento N° 216:	Zapata de Concreto armado para Estribos	1.00
51	Elemento N° 217 :	Zapata de Mampostería de Piedra	1.00
52	Elemento N° 220 :	Caisson de Concreto Simple	1.00
53	Elemento N° 221 :	Caisson de Concreto Armado	1.00
54	Elemento N° 230:	Pilotes de Concreto Armado	1.00
55	Elemento N° 231:	Pilotes de Acero Estructural	1.00
56	Elemento N° 232:	Pilotes de Madera	1.00
57	Elemento N° 242 :	Elevación de Pilares de Madera	1.00
58	Elemento N° 301 :	Capa Asfalto	0.60
59	Elemento N° 302 :	Capa Concreto Pobre	0.60
60	Elemento N° 303 :	Tablones de Madera	0.60
61	Elemento N° 311 :	Vereda Concreto	0.60
62	Elemento N° 313:	Vereda de Madera	0.60
63	Elemento N° 321 :	Apoyo fijo Neopreno	0.60
64	Elemento N° 322 :	Apoyo deslizante de neopreno	0.60
65	Elemento N° 323 :	Apoyo Deslizante Acero	0.60
66	Elemento N° 325 :	Apoyo Roller Acero	0.60
67	Elemento N° 326 :	Apoyo Rocker Acero	0.60
68	Elemento N° 324 :	Apoyo articulado de acero	0.60
69	Elemento N° 327 :	Apoyo articulado Concreto	0.60
70	Elemento N° 328:	Apoyo Rocker de Concreto	0.60
71	Elemento N° 329:	Apoyo Eslabón y Pin (Vigas Gerber)	0.60
72	Elemento N° 341 :	Planchas Deslizantes	0.60
73	Elemento N° 342 :	Tipo Peine	0.60
74	Elemento N° 343 :	Tipo Compresible / Expandible Celular	0.60

75	Elemento N° 344 :	Junta de Expansión, Tipo Compresible / Expandible Sólido	0.60
76	Elemento N° 351:	Barandas de Madera	0.60
77	Elemento N° 352:	Barandas de Concreto	0.60
78	Elemento N° 353 :	Barandas de Acero	0.60
79	Elemento N° 354:	Parapeto de Concreto Armado	0.60
80	Elemento N° 355:	Guardavías	0.60
81	Elemento N° 401 :	Márgenes del río	0.40
82	Elemento N° 402 :	Lecho del río	0.40
83	Elemento N° 406 :	Enrocado	0.40
84	Elemento N° 410 :	Muro de Concreto Simple.	0.40
85	Elemento N° 411:	Muro de Concreto Armado – Cauce	0.40
86	Elemento N° 412:	Solado Concreto Simple	0.40
87	Elemento N° 413 :	Solado Concreto	0.40
88	Elemento N° 501 :	Señalización	0.00
89	Elemento N° 503 :	Muro de Concreto Simple – Accesos	0.00
90	Elemento N° 504:	Muro de Concreto Armado en accesos	0.00
91	Elemento N° 505:	Zapata de Concreto Simple en muros de contención	0.00
92	Elemento N° 506 :	Zapata de Concreto armado	0.00
93	Elemento N° 526:	Alcantarilla de Plancha Corrugada TMC	0.00

Fuente: Guía para inspección, evaluación y mantenimiento de puentes

Anexo N° 13: Lecturas de instrumento de medición (Fisurómetro)

Elemento	Datos obtenidos (Grietas)
Losa de concreto armado	2 mm
Estribos de concreto armado	2 mm
Veredas	1 mm 1.5 mm 2.5 mm
Pilares de concreto armado	No se encontraron grietas
Vigas principales	No se encontraron grietas