



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**

TITULO:

**“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS
DE LA LOSA DE CONCRETO DEL PUENTE INTERNACIONAL
PERÚ – MACARA – ECUADOR, OCTUBRE – 2018”**

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

AUTOR:

BACH. ISAAC PULACHE INGA

ASESOR:

MGTR. CARMEN CHILON MUÑOZ.

PIURA – PERÚ

2018

TITULO DE LA TESIS

“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE LA LOSA
DE CONCRETO DEL PUENTE INTERNACIONAL PERÚ – MACARA –
ECUADOR, OCTUBRE – 2018”

FIRMA DEL JURADO Y ASESOR

MGTR. CHAN HEREDIA MIGUEL ANGEL
PRESIDENTE

MGTR. CORDOVA CORDOVA WILMER OSWALDO
MIEMBRO

ING. SUAREZ ELIAS ORLANDO VALERIANO
MIEMBRO

MGTR. CHILON MUÑOZ CARMEN
ASESOR

HOJA DE AGRADECIMIENTO Y/O DEDICATORIA

Agradecimiento

Principalmente A Dios, a mis padres, a la Universidad Católica “Los Ángeles Chimbote” por brindarme la oportunidad de formarme y en ella.

Agradezco en especial a mi asesor de Tesis MGTR. Carmen Chilon Muñoz, a mis docentes a quien les doy mi más sincero agradecimiento por el apoyo y sabias orientaciones, por las diferentes enseñanzas que nos brindan para así poder llegar a nuestra meta trazada y ser un orgullo de Dios, de mis padres, amigos y de nuestro país.

Isaac Pulache Inga

Dedicatoria

Está dedicado especialmente a mi familia, que siempre me apoyaron en la parte económica y moral, a mi hijo Isaac Abiel Pulache Santillán que es mi mayor motivo e impulso para llegar a culminar esta etapa de mi vida profesional, a todos mis docentes personas de gran sabiduría por los conocimientos, consejos y enseñanzas impartidas, además por darnos una buena formación profesional y por incentivarnos a lograr nuestras metas propuestas.

Isaac Pulache Inga

RESUMEN Y ABSTRACT

Resumen

El Puente Internacional Macará fue construido en 2012, cuenta con 6 años de antigüedad y aún está en funcionamiento. Con el objetivo de optimizar el proceso de integración fronteriza, desarrollo y vecindad de ambos países, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas ejecuta la construcción del nuevo puente Internacional Macará, ubicado en el cantón Macará, como parte de la agenda del compromiso asumido hace diez años en la firma del Acuerdo de Paz. El Ing. Santiago Loaiza, director provincial del MTOP de Loja, señala que la obra de 110 m de luz por 14,5 m de ancho, cuenta con señalización horizontal y vertical, estructura de hormigón rígido y dos carriles. El nuevo puente internacional construido a 100 metros al Occidente del puente existente, generó más de 1.000 empleos en su mayoría para ecuatorianos que habitan en los sectores aledaños al proyecto. **La metodología** fue visual, descriptiva, de corte transversal y no experimental, dicha metodología nos permitirá la recopilación de información y así poder llegar a las conclusiones de la presente investigación. Concluyéndose que la Patología más predominante es: SUCIEDAD con 35.23%. Después de haber hecho el análisis de las patologías presentadas y teniendo en consideración la Guía para Inspección Evaluación y mantenimiento de Puentes (2008), en el cuadro de condición global del puente puedo concluir que el Puente Internacional Macará, se encuentra en una condición **REGULAR**, ya que luego de la evaluación arroja un valor de 2.79 y este se haya dentro del rango de condición **(2.00–2.99)**.

Palabra clave: patologías del concreto y patologías en Puentes.

Abstract

The Macará International Bridge was built in 2012, is 6 years old and is still in operation.

In order to optimize the process of border integration, development and neighborhood of both countries, the Ministry of Transport and Public Works executes the construction of the new Macará International Bridge, located in the Macará canton, as part of the commitment agenda assumed ten years ago. years in the signing of the Peace Agreement. Eng. Santiago Loaiza, provincial director of the MTOP of Loja, says that the work of 110 m of light by 14.5 m wide, has horizontal and vertical signaling, rigid concrete structure and two lanes. The new international bridge built 100 meters west of the existing bridge, generated more than 1,000 jobs mostly for Ecuadorians living in the sectors surrounding the project.

The methodology was visual, descriptive, cross-sectional and non-experimental, this methodology will allow us to collect information and thus reach the conclusions of the present investigation.

Concluding that the most predominant pathology is: DIRTY with 35.23%.

After having made the analysis of the presented pathologies and taking into account the Guide for Inspection Evaluation and Maintenance of Bridges (2008), in the box of global condition of the bridge I can conclude that the Macará International Bridge, is in a REGULAR condition, since after the evaluation it gives a value of 2.79 and this is within the condition range (2.00 - 2.99).

Keyword: pathologies of concrete and pathologies in Bridges.

CONTENIDO	Página
1. TITULO DE LA TESIS	ii
2. HOJA DE FIRMA DEL JURADO	iii
3. HOJA DE AGRADECIMIENTO Y/O DEDICATORIA	iv
4. RESUMEN Y ABSTRACT	vi
5. CONTENIDO	viii
6. INDICE DE GRAFICOS, TABLAS Y CUADROS	x
I. INTRODUCCIÓN:	1
1.1. Objetivo General:	3
1.2. Los Objetivos Específicos son los siguientes:	3
1.3. Esta investigación se justifica por la necesidad de conocer la condición del estado actual del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador.	3
1.4. La metodología fue visual, descriptiva, de corte transversal y no experimental, dicha metodología nos permitirá la recopilación de información y así poder llegar a las conclusiones de la presente investigación.	3
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA	4
2.1. ANTECEDENTES	4
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	4
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	12
2.1.3. Antecedentes Locales:	19
2.2. Bases teóricas de la investigación	26
2.2.1. PUENTES	26
2.2.2. CLASIFICACIÓN DE PUENTES:	27
2.2.3. ELEMENTOS COMPONENTES DE UN PUENTE:	31
2.2.4. ESTÁNDARES, NORMAS, Y UNIDADES ⁽¹²⁾	34
2.2.5. INSPECCION	40
2.2.6. FRECUENCIA:	40

2.2.7. REQUISITOS Y OBLIGACIONES DEL PERSONAL DE INSPECCION:	41
2.2.8. EVALUACIÓN E INSPECCIÓN DE PUENTES:	43
III. Metodología.	57
3.1. El tipo de investigación	57
3.2. Nivel de la investigación de la tesis	57
3.3. Diseño de la investigación	57
3.4. EL POBLACION Y MUESTRA	59
3.4.1. Universo y Población	59
3.4.2. Muestra	59
3.5. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:	60
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	62
3.6.1. Técnicas de recolección de datos	62
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos	62
3.7. PLAN DE ANÁLISIS	64
3.8. MATRIZ DE CONSISTENCIA (TABLA 06)	65
Objetivos de la investigación	65
Objetivo General	65
Objetivo específico	65
Variable Dependiente:	65
3.9. PRINCIPIOS ÉTICOS	66
IV. Resultados	68
4.1. Resultados	68
4.2. Análisis de resultados:	79
VII ANEXOS:	93

INDICE DE GRAFICOS, TABLAS Y CUADROS.

FIGURA 01: COMPONENTES PRINCIPALES DE UN PUENTE.....	31
TABLA 01. PESOS ESPECÍFICOS.....	36
FIGURA 02. SEGURIDAD DEL PERSONAL.....	42
TABLA 02. PESOS ESPECÍFICOS.....	46
FIGURA 03. CAMIÓN DE DISEÑO PARA LA CARGA VEHICULAR.....	48
FIGURA 04. TÁNDEM DE DISEÑO.....	48
FIGURA 05. CARGA DE CARRIL DE DISEÑO.....	49
TABLA 05. CALIFICACIÓN Y LA CONDICIÓN, EL MTC -2008.....	61
TABLA 06 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	62
TABLA 08 DATOS GENERALES DEL PUENTE.....	65
TABLA 09 LOSA DE CONCRETO DEL PUENTE.....	66
TABLA 10 ESTRIBO IZQUIERDO A-1 DEL PUENTE.....	68
TABLA 11 ESTRIBO DERECHO A-2 DEL PUENTE.....	69
TABLA 12 PILARES DEL PUENTE.....	70
TABLA 13 BARANDAS DEL PUENTE.....	71
TABLA 14 VEREDAS Y SARDINELES DEL PUENTE.....	72
TABLA 15 RESUMEN DE PATOLOGIAS.....	73
GRAFICO N° 01 PATOLOGIAS DEL PUENTE.....	75
TABLA 16 DETERMINACION Y EVALUACION DEL PUENTE.....	76
TABLA 17 CONDICION GENERAL DEL PUENTE EVALUADO.....	76
TABLA 18-19 CONDICION ESTADISTICA DEL PUENTE.....	77
TABLA 20 REAJUSTE DE VALORES DEL PUENTE EVALUADO.....	78
TABLA 21-21 CONDICION ESTADISTICA DEL PUENTE.....	79
TABLA 22 CONDICION GENERAL DEL PUENTE EVALUADO.....	81
TABLA 23 ANEXO N° 01 ELEMENTO FACTOR COMPLEMENTARIO	82
ANEXO N° 1,2,3 PUENTE INTERNACIONAL PERU – MACARA ECUADOR.....	88
ANEXO N° 4 PLANO DE UBICACION PUENTE INTERNACIONAL PERU – MACARA ECUADOR.....	90
UBICACION.....	93
PLANO DE ARQUITECTURA.....	94
PLANO DE ARQUITECTURA DETALLES.....	95
PLANO DE ALIMENTOS OBSERVADOS.....	96
PLANO DE PATOLOGIA.....	97

I. Introducción:

Los puentes son una obra que permite franquear un obstáculo natural o una vía de circulación terrestre, fluvial o marítima. En los puentes se distinguen, básicamente, los elementos portantes y los elementos de apoyo, estos últimos envían la carga a las cimentaciones. Al conjunto de los elementos portantes de un puente se le denomina esqueleto resistente, constituido por los portantes principales (vigas, arco) y otros elementos que sirven para repartir las cargas (nervios).

El tablero es la parte horizontal del puente situada bajo la calzada o vía, que comporta los equipamientos indispensables para la utilización, funcionamiento y durabilidad del puente. Entre los apoyos hay que distinguir los estribos -elementos de los extremos- y las pilas -elementos sustentantes intermedios-. La parte del puente comprendida entre dos apoyos recibe el nombre de vano y la distancia entre ambos luz. Los tipos de puente se establecen a partir de sus características técnicas y de su uso. Se pueden establecer múltiples tipologías. Entre las más extendidas encontramos las siguientes; según la vía soportada pueden ser de carretera o de ferrocarril; según el material principal utilizado: de madera, fábrica, metálicos o de hormigón; según su funcionamiento mecánico, atendiendo a la disposición de los elementos portantes principales: puentes de viga, de arco, puentes colgantes; según la movilidad o no del tablero: puentes fijos o móviles (levadizos, basculantes, giratorios, transbordadores y flotantes); según el tiempo de vida previsto, los puentes pueden ser provisionales o definitivos.

El Puente Internacional Macará fue construido en 2012, cuenta con 6 años de antigüedad y aún está en funcionamiento.

Con el Objetivo de optimizar el proceso de integración fronteriza, desarrollo y vecindad de ambos países, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas ejecuta la construcción del nuevo puente Internacional Macará, ubicado en el cantón Macará, como parte de la agenda del compromiso asumido hace diez años en la firma del Acuerdo de Paz. La obra beneficiará aproximadamente a 800.000 habitantes de las zonas fronterizas del sur de Ecuador y del norte de Perú.

El Ing. Santiago Loaiza, director provincial del MTOP de Loja, señala que la obra de 110 m de luz por 14,5 m de ancho, cuenta con señalización horizontal y vertical, estructura de hormigón rígido y dos carriles. El nuevo puente internacional construido a 100 metros al Occidente del puente existente, generó más de 1.000 empleos en su mayoría para ecuatorianos que habitan en los sectores aledaños al proyecto.

Para el desarrollo de la investigación **se planteó el siguiente problema**, ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías de la losa de concreto del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador, nos permitirá determinar el nivel de severidad y condición actual de servicio del mismo?.

1.1. Objetivo General:

Obtener la condición del puente, a partir de la determinación y evaluación de las patologías.

1.2. Los Objetivos Específicos son los siguientes:

- Identificar y analizar los tipos de patologías de la losa de concreto que presentan los elementos estructurales del puente.
- Obtener el grado y condición de la losa de concreto del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador. Según el tipo de patologías identificadas, se indicará el grado de cada una de ellas. La investigación servirá de base para tomar decisiones la reparación o renovación de las partes afectadas del puente, según el grado de las patologías.

1.3. Esta investigación **se justifica** por la necesidad de conocer la condición del estado actual del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador.

1.4. La metodología fue visual, descriptiva, de corte transversal y no experimental, dicha metodología nos permitirá la recopilación de información y así poder llegar a las conclusiones de la presente investigación.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

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)¹, 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 mega proyecto 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.

“IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS EN PUENTES DE CARRETERAS URBANAS Y RURALES”

Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas-SP.
BRAZIL.

(**Nilson Tadeu M. Artur Lenz S.**) (2011)², 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.

Conclusiones:

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.

“Evaluación, Diagnóstico y Propuesta de Intervención para la Patología del Puente Román ubicado en el Barrio Manga. Cartagena De Indias”- Bustamante. & Gonzales. (2014)³.

En su trabajo de investigación se planteó que a raíz del descuido de dicho puente por parte de los entes encargados de su conservación y mantenimiento, se decide hacer el estudio sobre el estado patológico actual, desarrollando estudios detallados de la estructura, y con ello tener conocimiento de las posibles lesiones que podría tener y arrojar posibles medidas que se deban tomar al respecto para su posible intervención, para mejorar las condiciones de servicio del puente Román.

Llegando a la Conclusión, Gracias a esta investigación, se ha logrado dar respuesta al cuestionamiento de la necesidad de reparar y hacer mantenimiento al Puente, a través de inspecciones visuales y mediante la exposición de imágenes y fotografías detalladas de los elementos que lo constituyen, además la realización de levantamientos patológicos ha permitido dar el diagnóstico y sugerencias de tratamiento de las enfermedades.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

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., Efren) (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?

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 diagnóstico su estado; se empleó la técnica de la observación y como instrumento de recolección de datos una ficha de inspección, que luego fue procesada.

La metodología de investigación empleada fue descriptiva, cualitativa, no experimental y de corte transversal.

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.

“La Evaluación Preliminar del Puente Chillón km. 24+239. Carretera Panamericana Norte Habich – Intercambio Vial ancón, para posible Intervención Preventiva”.

(Sáenz. R) (2016) ⁵

Objetivo Principal de esta tesis es de verificar si la evaluación preliminar del Puente Chillón determina su intervención preventiva, a fin de mantener las condiciones de transitabilidad y serviciabilidad, asegurando su funcionalidad y garantizando el abastecimiento de la ciudad de Lima a través de los valles de la costa Norte y Oriente del país.

La recolección de la información para la evaluación preliminar de la estructura se hizo bajo las recomendaciones hechas por la Guía para Inspección de Puentes del MTC, complementándola con el formato de tomas de datos propuesta.

Llegando a la Conclusión, La evaluación preliminar del puente chillón Km 24+239 Panamericana Norte, indica una intervención preventiva inmediata del puente Chillón, toda vez que se evidencia la falta de mantenimiento preventivo y/o correctivo, lo cual viene deteriorando las estructuras del puente Chillón, los mismos que se traducen en aceros expuestos en vigas, fisuras, grietas y desprendimiento de concreto en vigas, pilares, tablero y barandas; obstrucción del sistema de drenaje y de las juntas en el tablero, entre otros.

Los problemas y patologías que presenta el Puente Chillón, son por falta de mantenimiento, lo cual ha generado la gesta de los factores externos ya descritos con sus respectivas patologías que deben de atenderse de manera inmediata.

NIVEL DEL DETERIORO ESTRUCTURAL EN EL PUENTE DE CONCRETO "PUENTE ORELLANA"-JAÉN- PERÚ

Moreno R., Artidoro (2013) ⁽⁶⁾

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.

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

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:

1. El nivel de deterioro estructural del Puente de Concreto "Puente Orellana" se determinó mediante el cálculo de los ICE por cada elemento, con los cuales se obtuvo el índice de Condición de la Estructura, el mismo que determino el estado actual del Puente como, ESTADO REGULAR con un ICP=3.16.
2. El deterioro presente en el puente de concreto "Puente Orellana", que viene afectando la capacidad y la serviciabilidad del elemento está constituido por los daños:

Acero: corrosión genera, grietas de fatiga sin afectar zonas críticas, falta de juntas.

Concreto: agrietamiento general, pérdida de recubrimiento o Delaminación moderada tanto en losa como en vigas.
3. El nivel de deterioro de la superestructura "Puente Orellana" se determinó mediante el cálculo de los ICE por cada elemento, con los cuales se obtuvo el índice de Condición de la superestructura, el mismo que determino el estado actual como, ESTADO REGULAR con un ICP=3.16; la superestructura comprende las vigas principales y el tablero.
4. El nivel de deterioro de la subestructura "Puente Orellana" se determinó mediante el cálculo de los ICE por cada elemento, con los cuales se obtuvo el índice de Condición de la subestructura, el mismo que determino el estado actual como, ESTADO REGULAR con un

ICP=3.31; la subestructura comprende los estribos y pilares, así como las cimentaciones.

2.1.3. Antecedentes Locales:

“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”

(Jeen P. Boulanger N.) (2018)⁷, 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, se construyó caminos que podían atravesar obstáculos, naturales en ese momento, con la finalidad de seguir ampliando sus conocimientos.

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.

Conclusiones:

1. Las patologías halladas fueron las siguientes:
 2. Desgaste por intemperismo 34.78%
 3. Manchas por humedad 4.35%
 4. Desgaste de material sellante 4.35%
 5. Oxidación sin corrosión 4.35%
 6. Picaduras en el acero 4.35%
 7. Grietas de 1mm de separación 4.35%
 8. Desprendimiento de concreto menor a 20 mm de profundidad 4.35%
 9. Grietas de 2 mm de separación 8.70%
 10. Grietas de 2.5 mm de separación 4.35%
 11. Exposición de armadura 8.70%
 12. Pérdida de junta tipo peine 4.35%
 13. 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”.

“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE DOBLE VÍA LUIS MIGUEL SÁNCHEZ CERRO, PIURA-ABRIL 2018”

(Flor Y. Clavijo R.) (2018)⁸, Hablar de patologías admite problemas en una obra, requiere un diagnóstico certero y una solución adecuada, el cual no podría ser definitiva sino temporal. Los puentes en su progreso y relaciones humanas han sido el objetivo principal para la construcción y mantenimiento de dichas estructuras.

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en el Puente Luis Miguel Sánchez Cerro, en el mes de abril 2018. Siendo el objetivo general, “Determinar y Evaluar las patologías del Puente Doble vía Luis Miguel Sánchez Cerro, Piura –Abril, 2018”. Para así obtener su estado actual y su grado de severidad aplicando la guía para inspección evaluación y mantenimiento de puentes 2008.

La metodología fue de tipo descriptivo, no experimental y de corte transversal.

Donde se obtuvo como resultado lo siguiente:

- Las patologías encontradas son:
- Efectos por Interperismo con 26.67%
- Fisuras menores de 1.5mm con 20%
- Desprendimiento del concreto mayores de 20 mm con 6.67%

- Fisuras menores con 6.67%
- Desgaste Superficial con exposición de los agregados con 6.67%
- Corrosión Superficial con 13.33%
- Corrosión por picaduras con 6.67%
- Pintura en mal estado con 6.67%
- Oxidación Superficial con 6.67 %

La Patología más predominante es:

Efectos del interperismo con un 26.67%.

Después de haber hecho el análisis de las patologías presentadas y teniendo en consideración la Guía para Inspección Evaluación y mantenimiento de Puentes (2008), en el cuadro de condición global del puente puedo concluir que le Puente Luis Miguel

Sánchez Cerro, se encuentra en una condición REGULAR, ya que luego de la evaluación arroja un valor de 2.22 y este se haya dentro del rango de condición.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMON RODRIGUEZ, CON UNA LONGITUD DE 423.80 MTS, EN EL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA, DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL - 2018.

(Farfán M., Carlos D.) (2018)⁽⁹⁾, Esta Investigación , ha tenido como **Objetivo** determinar y evaluar las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del Puente Vehicular Simón Rodríguez, con una longitud de 423.80 m, en el Distrito de Amotape, Provincia de Paita, Departamento de Piura, el cual nos permitirá obtener el nivel de severidad de las patologías del concreto en dicho puente, En este sentido, la presente tesis tiene como objetivo dar a conocer los métodos y los tipos de daños que sufre el concreto armado en los elementos estructurales del puente y determinar su rango de clasificación. Esta Investigación incluye una descripción del concreto armado y sus patologías existentes, y mostrar los diferentes tipos de deterioros que se presentan en los elementos estructurales de un puente, sus diferentes causas a través de su construcción a lo largo de los años, así mismo se plantea además los tipos de técnicas de reparación aplicadas en obras de Construcción, mostrando sus

procesos constructivos acompañado de un registro fotográfico para la mayor comprensión del proceso.

El estudio de determinación y evaluación consistió en una inspección ocular donde se identificaron las patologías del concreto armado en los elementos estructurales del puente.

La metodología de la investigación es del tipo, descriptivo, analítico, no experimental y de corte transversal, la cual se utilizó, para el desarrollo adecuado del proyecto, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados es: Recopilación de antecedentes preliminares, estudio de observación, seguimiento y aplicación de la ficha de inspección.

Concluyéndose que el 16.06% de los componentes en los elementos estructurales del puente en estudio, presentan patologías, siendo las patologías que mayor área e incidencia en los elementos, Fisuras, Eflorescencia y Desprendimientos. Obteniéndose así la patología más incidente Fisuras con un porcentaje de 33.05%. Por lo tanto, nivel de severidad del puente Simón Rodríguez es Regular (2).

2.2. Bases teóricas de la investigación

2.2.1. PUENTES

Definición:

Morales C., Héctor (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 cortes mínimos.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Manual de puentes (2016)¹¹, para el MTC, un puente es una estructura requerida para pasar un accidente geográfico o un impedimento natural o sintético.

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.

2.2.2. CLASIFICACIÓN DE PUENTES:

MTC-Manual de Puentes (2016) ⁽¹¹⁾:

❖ Según la naturaleza de la vía soportada:

Los puentes pueden tener tránsito. -

Carretero: Permiten la circulación de vehículos, y salvan distintos obstáculos como ríos, bañados y otras vías de comunicación en ciudades.

Ferrovionario: Permiten la circulación de trenes, como los anteriores salvan obstáculos diversos como ríos, acantilados y depresiones.

Peatonal: Son utilizados para poder realizar el cruce caminando de avenidas de altas velocidades, rutas rapadas y de gran densidad de tráfico o autopistas.

❖ Según el material:

Madera: son los más antiguos y aun se continúan utilizando. Fueron utilizados por primera vez cuando al hombre prehistórico se le ocurrió derribar un árbol de manera que al caer enlazara las dos riberas de una corriente, continuando su uso en tiempos de Julio Cesar, en la época napoleónica hasta que a finales del siglo XVIII cuando se pudo colar el hierro y comenzar a utilizarlo como material estructural de estas obras. El puente con el vano más extenso (119m) de madera fue construido en 1758 por un carpintero alemán, Urlic Gruberman, en la localidad de Badén, fueron

destruidos por los ejércitos de napoleónicos en 1799. En el ejemplo observamos puentes del Interior de la Pcia. Del Chaco.

Mampostería (Piedra): fueron muy desarrollados en épocas de los romanos, donde primeramente eran construidos de madera, más o menos permanentes y luego con la construcción de sus calzadas los reconstruyeron en bloques de piedra. Se construyeron hasta 1905 aproximadamente posteriormente eran más costosos de construir que los de madera o metal y su construcción se dejó de lado. Han salvado vanos con el sistema de arco de hasta 90m (en la localidad de Plauen, Sajonia).

Metálicos: surgieron a partir de 1820 donde se comienzan a incorporar en Estados Unidos elementos metálicos combinados con las armaduras de madera hasta ese entonces utilizadas. Luego con las bondades que ofrecía el metal para la construcción de puentes se dejó de lado la madera, pero no definitivamente, aun es utilizada según sea esta fácil de obtener. Uno de los mayores del mundo es el puente Kill van Kull, en Nueva York, arco metálico (503m) aunque es posible construirlos de mayores dimensiones existen materiales más económicos.

Hormigón Armado: comenzaron a construirse hacia 1930, uno de los más grandes del mundo es el puente de Sando en Suecia, con estructura de arco se construyó en 1943 y tiene un tramo de 264m.

Hormigón Pretensado: uno de los más importantes exponentes es el puente José León de Carranza prolongación de la autopista Sevilla - Cadiz con 1400m de longitud y tramo central levadizo.

Mixtos: La estructura mixta es una nueva forma de colaboración del acero y el concreto, en este caso yuxtapuestos, no mezclados como en el concreto armado y pretensado, pero sí conectados entre sí para que trabajen conjuntamente.

❖ **Según el sistema estructural principal:**

Puente viga: Se construyeron de madera, hierro, acero, hormigón armado y hormigón pretensado. Suelen utilizarse para puentes en autopistas, ferroviarios.

Puente Colgante: permiten salvar grandes luces, trabajan con obenques de acero o aleaciones especiales, generalmente de estructural de acero o mixta.

Puente Arco: Los puentes arco fueron utilizados desde épocas antiguas, bajo el concepto de “efecto arco”, son muy apropiados para salvar luces intermedias.

Se han construidos desde la antigüedad el primero del que se tienen noticias estuvo en el río Tiber (Roma) 178^a. C.

❖ **Según el funcionamiento mecánico:**

Puente levadizo: Permiten el paso de buques de grandes dimensiones, sin necesidad de construir estructuras elevadas en altura.

Puente giratorio: Es otra opción a tener en cuenta en los proyectos, aunque requieren mantenimiento en forma permanente y siempre existe la posibilidad de que fallen.

Puente basculante: Permiten el paso de buques de medianas dimensiones, no son muy utilizados en la actualidad por los costos de mantenimiento elevados.

❖ **Según el tiempo de vida previsto:**

Los puentes se clasifican en puentes definitivos y en puentes temporales.

Puentes definitivos: Deben ser diseñados para una vida en servicio de 75 años. Para los puentes definitivos se debe dar preferencia a los esquemas estructurales con redundancia, ductilidad, mayor durabilidad y facilidad de mantenimiento.

Puentes temporales: Los puentes temporales son aquellos cuya utilización debe ser por un tiempo limitado no mayor de 5 años. Para los puentes temporales se pueden utilizar esquemas estructurales con menor redundancia. Los puentes temporales deben ser diseñados para las mismas condiciones y exigencias de seguridad estructural que los puentes definitivos.

2.2.3. ELEMENTOS COMPONENTES DE UN PUENTE:

Deberán estudiarse en cada caso en particular según el tipo de estructura, suelo, etc., los elementos que se requieran.

Superestructura: (Vigas Longitudinales, transversales, Losa de tablero, Obenques, Tensores, Carpeta de rodamiento, etc.) Resiste las cargas del tránsito y peso propio, acciones de desgaste debidas al clima y otros factores.

Elementos secundarios: (Veredas, barandas, Artefactos de iluminación, Desagües, etc.)

Infraestructura de Apoyos: (Estribos y Pilares, etc.) Concentran las cargas de la Superestructura en un elemento único que las transmite a las fundaciones.

Fundaciones: (cabezales y pilotes, etc.) Transmiten las cargas al suelo.

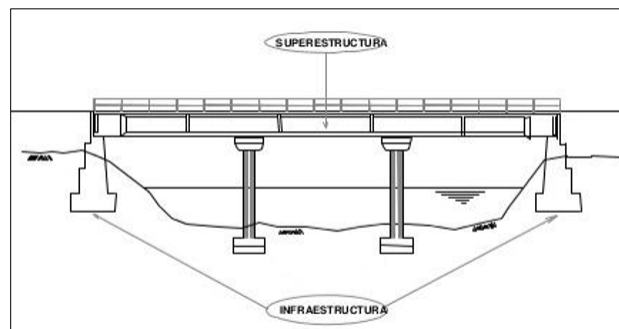


Figura 01: Componentes principales de un puente en general

Fuente: libro de puentes.

Componentes principales de un puente mixto:

A continuación, se da una descripción de los elementos que conforman un puente mixto:

❖ Tablero o losa:

Soporta directamente las cargas dinámicas (tráfico) y por medio de las armaduras transmite sus tensiones a estribos y pilares, que, a su vez, las hacen llegar a los cimientos, donde se disipan en la roca o en el terreno circundante.

❖ Vigas principales de acero estructural:

son las que trasladan las cargas de peso propio y de los vehículos a los nudos inferiores de la cercha, sobre las cuales se apoya directamente la placa de concreto reforzado que sirve de tablero al puente.

❖ Arriostres de acero:

Es el conjunto de elementos estructurales a manera de amarres transversales usados para aumentar la rigidez, estabilidad de la estructura y su capacidad de resistir cargas laterales, tales como los movimientos sísmicos y la presión de los vientos huracanados.

❖ **Capa de rodadura:**

Es la capa superficial del puente que absorbe el desgaste producido por el paso de automóviles y peatones, y que a la vez protege al tablero. Puede ser revestido de asfalto o concreto.

❖ **Estribos:**

Situados en los extremos del puente sostienen los terraplenes que conducen al puente. A diferencia de los pilares, los estribos reciben además de la superestructura el empuje de las tierras de los terraplenes de acceso al puente, en consecuencia trabajan también como muros de contención. Los estribos están compuestos por un muro frontal que soporta el tablero y muros en vuelta o muros-aletas que sirven para la contención del terreno.

❖ **Apoyos:**

Son los elementos a través de los cuales el tablero transmite las acciones que le solicitan a los pilares y/o estribos. El más común de los apoyos es el neopreno zunchado, está constituido por un caucho sintético que lleva intercaladas unas chapas de acero completamente recubiertas por el material elastómero. Tiene impedido el movimiento vertical.

❖ **Pilares:**

Son los apoyos intermedios de los puentes de dos o más tramos. Deben soportar la carga permanente y sobrecargas sin asientos, ser insensibles a la acción de los agentes naturales (viento, riadas, etc.)

2.2.4. ESTÁNDARES, NORMAS, Y UNIDADES ⁽¹²⁾

ESTÁNDARES Y NORMAS

El diseño y análisis estructural de los puentes carreteros y estructuras afines se realizará ciñéndose a las disposiciones establecidas en los siguientes documentos:

"Standard Specifications for Highway Bridges, 17th Edition, 2002" de AASHTO o, AASHTO STANDARD. ⁽¹³⁾

Los puentes son elementos principales en las carreteras y sus funciones son distintas desde unir grandes tramos por la separación de un río, o los viaductos que sirven para unir caminos separados por terrenos profundos, hasta los que se utilizan en los pasos a desnivel. Estas especificaciones rigen el diseño de la mayor parte de los puentes de los Estados Unidos. Por lo general, los departamentos estatales de carreteras adoptan estas especificaciones de puentes de la AASHTO como sus normas mínimas para el diseño de puentes de carretera. Las especificaciones estándar para el diseño de puentes de carretera del

AASHTO están constituidas de tres divisiones. La primera división establece los requisitos para diseño, la segunda proporciona los requerimientos para el diseño sísmico, y la tercera división hace referencia a los requisitos de la construcción.

Norma "AASHTO LRFD Bridges Design Specifications", 4th Edition 2007 o AASHTO LRFD. ⁽¹⁴⁾

En lo que no se contradiga con las disposiciones establecidas en los documentos anteriores, los criterios de diseño podrán complementarse con los siguientes documentos:

* Código ACI 318 y documentos emitidos por sus Comités

* Manuales y Guías de Diseño del Precast Concrete Institute (PCI)

* Manuales y Guías de Diseño de la Federal Highway Administration (FWA)

El uso de normas complementarias para casos no contemplados en los documentos anteriores, deberán contar con la aprobación previa de la Entidad Contratante (MOPC). Sin embargo, bajo ningún motivo se permitirá la mezcla de normativas con diferentes filosofías de cálculo, como por ejemplo: entre AASHTO STANDARD y AASHTO LRFD; ya que las hipótesis iniciales y concepciones fundamentales son totalmente

distintas y pueden dar lugar a sobre o sub dimensionamientos y, por consiguiente, comportamientos deficientes de las estructuras.

UNIDADES:

El análisis y diseño de las estructuras se ajustará a las unidades establecidas en el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los proyectos de puentes se ajustarán al contenido de esta Guía por lo cual, las unidades básicas, unidades derivadas y unidades suplementarias se usarán respetando el nombre y símbolo de cada una de ellas.

No obstante lo anterior, los proyectos podrán ser desarrollados en unidades del sistema MKS y CGS (metro, cm, kilo fuerza, gramo fuerza, segundo), siempre que los resultados intermedios y finales se presenten en uno solo de los sistemas (MKS, CGS o Internacional) consistentemente a lo largo de todo el cálculo. Para todos estos efectos, podrán considerarse las siguientes equivalencias:

Sistema MKS	SI
1 kgf	10 N
1 kgf/cm ²	0,1 MPa
1 kgfm	10N·m

Unidades del Sistema MKS	SI
1 N	1 kg·m/seg ²
1 Pa	1 N/m ²
1 MPa	10 ⁶ Pa

Resolución Ministerial 589-2003-MTC/02 “Manual de Diseño de Puentes - Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (2016)”⁽¹⁵⁾

El Manual de puentes proporciona los indicadores esenciales para la planificación, evaluación y diseño de puentes de doble vía. Las necesidades mínimas se especifican en cada caso, lo que permite al ingeniero estructural aplicar los límites más estrictos o complementar estas especificaciones en lo que sea relevante.

El Título I del Manual se refiere a elementos primarios de ingeniería, que incluyen investigación; topográfico, hidrológico e hidráulico, geológico, geotécnico, sísmico, efecto ambiental, visitantes del sitio, alternativas de diseño de caminos, alternativas de borrador y factibilidad; con lo que podría no ser viable aumentar la asignación. Estos elementos tienen una importancia singular, incluso extra debido a las condiciones muy variadas y regularmente impuestas por la geografía y las fallas naturales.

El Título II del Manual ofrece los elementos de diseño que pueden ser, en gran cantidad, un modelo de AASHTO en su versión LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS del año 2014, Séptima Edición.

Asimismo la entidad y/o propietario podrá considerar las actualizaciones de la AASTHO LRFD BRIDGE DESIGN. El AASHTO LRFD, ha sido tradicionalmente el máximo utilizado, durante más de 70 años, por expertos peruanos dedicados a la disposición y producción de puentes. En aspectos que incluyen sobrecargas de camiones, se mantienen los pensamientos principales de las especificaciones AASHTO.

La sobrecarga especial en este manual corresponde al llamado AASHTO HL-93.

El diseño adoptado para este manual es "Cargas y resistencias facturadas" (LRFD, por sus siglas en inglés), que permite considerar la variedad de las cargas y las casas de los elementos resistentes.

Los puentes están diseñados para cumplir con una cadena de condiciones, seguridad y límites del proveedor, todos de igual importancia, teniendo en cuenta, también los elementos constructivos, la posibilidad de inspección, la estética y el sistema financiero.

El diseño de LRFD es más racional que el diseño tradicional en condiciones de operador, y es la razón por la que la tendencia mundial hacia la adopción de códigos en ese diseño.

**Directiva N° 01-2016-MTC/14 “Guía para inspección de Puentes
Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú
(2006)”⁽¹⁶⁾**

Su razón Establecer un manual para la inspección de puentes para que pueda afirmar el estado de los aditivos idénticos que permite la selección de la orientación para mantener la continuidad de la infraestructura de la calle de una manera eficiente y segura.

El objetivo de la Guía es proporcionar sugerencias para la correcta inspección de los componentes de los puentes del Sistema Nacional de Carreteras del Perú a través de procedimientos técnicos estandarizados.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones es plenamente consciente de los problemas que se indican aquí, y ha considerado vital, a través de las Políticas de Gestión de Infraestructura Vial, tomar medidas para mejorar la circunstancia de las etapas de seguridad y servicio de la red vial, como los puentes. De ahí la importancia de la necesidad de tener un instrumento que nos guíe y funcione como una "GUÍA PARA LA INSPECCIÓN DE PUENTES", lo que nos permite comprender la popularidad de vanguardia de estos sistemas.

2.2.5. INSPECCION

Generalidades:

La inspección se entiende porque el conjunto de acciones de alacenas y sujetos, desde los registros acumulados (registros del puente, documentos técnicos de la tarea, planes de postproducción, inspecciones previas y muchos otros) hasta la toma de registros dentro del campo, en el camino para entender el estado del puente. La inspección de un puente tiene dos objetivos, asegurar el tráfico sin amenazas en la estructura y localizar las deficiencias existentes, recomendando los movimientos para corregirlas. Uno es la inspección de protección y lo contrario es la preservación del puente.

Los tipos de inspección son:

- a) Inspección inicial (de inventario)
- b) Inspección rutinaria (periódica)
- c) Inspección de daños
- d) Inspección especial

2.2.6. FRECUENCIA:

Los puentes en servicio deben evaluarse, al menos una vez al año, a través de empleados capacitados, en particular, para la identificación y

evaluación de daños. Los aditivos sumergidos del puente deben ser inspeccionados cada tres (3) años con personal especializado.

El momento más recomendable para realizar esta inspección es al final de la estación húmeda, mientras que la disminución en los niveles de agua ayuda a ingresar a las obras y puede haber evidencia de socavación, que es la razón principal de la caída del puente. En grandes casos, las inspecciones especiales deben estar disponibles. La inspección puede ser visible y corporal, diferentes estrategias avanzadas actuales (perjudiciales y no dañinas), para la inspección única de concreto, metal y madera.

2.2.7. REQUISITOS Y OBLIGACIONES DEL PERSONAL DE INSPECCION:

1. Requisitos mínimos del Ingeniero Inspector:

Ingeniero Inspector: Ingeniero Civil colegiado y calificado para el ejercicio de la profesión, con 5 años de experiencia en carreteras y 3 años al menos en diseño, evaluación y / o inspección de puentes, tiene información de las sustancias y la conducta estructural en sus factores

2. Obligaciones del Ingeniero Inspector:

- a) Organizar la Inspección.
- b) Ejecutar la Inspección.

c) Prepare el registro relevante con los punteros debidamente justificados y / o justificados.

3. Seguridad del Personal Durante la Inspección:

En general, los sistemas de los puentes se ven, sin embargo, en muchos casos no es posible realizar comentarios especiales sin el método auxiliar de acceso a los puntos únicos de los idénticos. Dentro del enfoque auxiliar que facilita el método y la seguridad de los empleados de inspección a los elementos únicos de la forma, abarcan el método fundamental (casco, cinturones de protección, escaleras, etc.) tanto como estructuras muy complicadas, como puentes y cestas. Avanzado para la inspección de puentes, pasando a través de las estructuras incluidas dentro de la propia forma (orificios para acceder a los pilares huecos, admisión a escaleras y vigas de contenedores en puentes).



Figura 02. Seguridad del Personal.
Fuente: Guía para la Inspección de Puentes ⁽¹⁶⁾

2.2.8. EVALUACIÓN E INSPECCIÓN DE PUENTES:

La evaluación es el proceso de determinar si una estructura o uno de sus componentes son adecuados para el uso pretendido, mediante el análisis sistemático de la información y los datos recolectados a partir de la revisión de la documentación existente, la inspección de campo, las condiciones de servicio, y los ensayos de los materiales. Este proceso de investigación no se puede generalizar y estandarizar en una serie bien definida de pasos ya que el número y tipo de pasos varía dependiendo del propósito especificado de la investigación, el tipo y las condiciones físicas de la estructura, la información disponible sobre el diseño y la construcción, la resistencia y calidad de los materiales de construcción. La evaluación estructural debe desarrollarse con el fin de determinar la capacidad para soportar cargas de todos los elementos estructurales críticos y de la estructura como un todo. Se debe considerar la capacidad de la estructura para soportar todas las cargas presentes y previstas, de acuerdo con los requerimientos de los códigos estructurales vigentes. Cuando no se cumplan las exigencias de los códigos en la condición actual de la estructura, se debe entrar a considerar las técnicas y los métodos para un adecuado reforzamiento.

CARGAS Y FACTORES DE CARGAS:

Clasificación y Definición

Para los propósitos de este Diseño, las cargas se clasifican en:

- Permanentes
- Variables
- Excepcionales

CARGAS PERMANENTES: Son aquellos que actúan durante toda la vida de la estructura sin cambiar significativamente, o que se modifican en una sola ruta hasta lograr un valor de restricción. Esta institución corresponde a la carga de los factores estructurales y los centenares extra inútiles que consisten en las debidas a la carga del piso de andar o lastre, los rieles y los durmientes de los ferrocarriles. Las cargas permanentes también se toman en consideración la presión de la tierra, las consecuencias debido a la contracción de la forja y el flotador plástico, las deformaciones eternas causadas por las tácticas de creación y los efectos de los asentamientos asistenciales.

CARGAS VARIABLES: Son aquellos para los que se determinan variaciones frecuentes y tremendas en términos relativos a su tarifa promedio. Las masas variables incluyen los pesos de los automóviles y las personas, así como las consecuencias dinámicas correspondientes, las

fuerzas de frenado y aceleración, las fuerzas centrífugas y las fuerzas laterales en los helicópteros. También corresponden a esta organización las fuerzas implementadas en algún punto de producción, las fuerzas debido a la presión del agua y las subpresiones, las consecuencias de las variaciones de temperatura, los movimientos de terremotos y movimientos del viento.

CARGAS EXCEPCIONALES: Son aquellos movimientos cuya probabilidad de incidencia puede ser muy baja, pero por debajo de ciertas condiciones deben tomarse en consideración por medio del diseñador, junto con las debidas a colisiones, explosiones o hogares.

Cargas Permanentes:

PESO PROPIO Y CARGAS MUERTAS

El peso personal se puede determinar pensando en todos los elementos que pueden ser esenciales para que la forma se caracterice como tal. Cargas muertas incluirán la carga de todos los factores no estructurales, que incluyen aceras, superficies rodantes, balastos, rieles, traviesas, barandas, postes, tuberías, conductos y cables.

El peso propio y las cargas se estiman en función del tamaño indicado dentro de los dibujos y dentro del estuche.

A falta de una información precisa, podrán usarse los pesos específicos de la tabla siguiente:

MATERIAL	(kN/m³)	(kgf/m³)
Agua dulce	9,8	(1000)
Agua salada	10,0	(1020)
Acero	76,9	(7850)
Aluminio	27,4	(2800)
Arena, tierra o grava sueltas, arcilla	15,7	(1600)
Arena, tierra o grava compactas	18,9	(1900)
Asfalto, Macadam	22,0	(2200)
Concreto ligero	17,4	(1740)
Concreto normal	23,5	(2400)
Concreto Armado	25,0	(2500)
Hierro forjado	70,6	(7200)
Balasto	22,0	(2250)
Madera	10,0	(1020)
Mampostería de piedra	26,6	(2700)
Rieles y accesorios (por metro lineal de vía férrea)	3 kN/m	300kgf/m

Fuente. Elaboración Propia 2018.

Tabla 02. Pesos específicos.

CARGAS VARIABLES

Cargas durante la construcción:

El proyectista considerará todas las cargas debidas a pesos de materiales y equipos requeridos durante la construcción, así como las cargas de peso propio u otras de carácter permanente que se apliquen en cada etapa del proceso constructivo. Deberá preverse la ubicación de todas las cargas permanentes o temporales en cada etapa, dejando margen para posibles imprecisiones o errores.

Deberá considerarse la posibilidad que, durante el proceso constructivo o como resultado de una posterior modificación, la carga muerta sea retirada parcialmente, pudiendo reducirse un posible efecto favorable. Cuando las condiciones de diseño lo requieran, el expediente técnico deberá indicar claramente la secuencia constructiva.

CARGAS VIVAS DE VEHÍCULOS

Camión de Diseño: Los pesos y los espaciamentos de los ejes y las ruedas son mostrados en la siguiente figura. La separación de los ejes de 14.51 Ton pueden variar de 4.3 a 9.0 metros, pero debemos tener en cuenta que para un camión simple la separación de ejes es de 4.30 m.

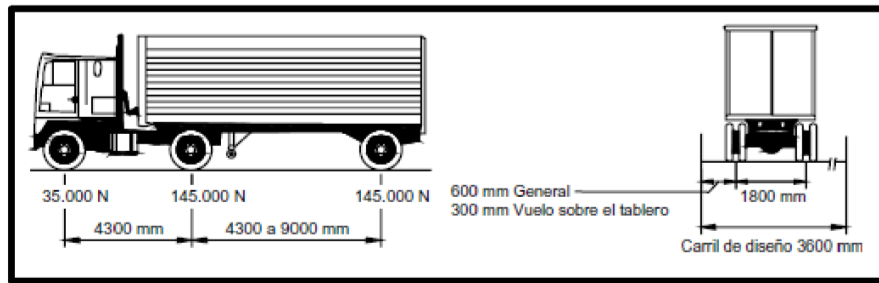


Figura 03. Camión de diseño para la carga Vehicular

Fuente: Ministerio Transportes, 2016 ⁽¹⁷⁾

Tándem de Diseño: consiste en un par de ejes de 11.34 Ton cada uno, separadas en 1.2 m. El espacio transversal de las ruedas del camión es de 1.8 m.

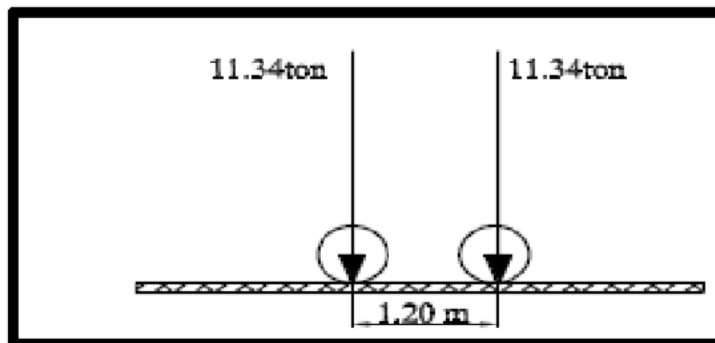


Figura 04. Tándem de Diseño.

Fuente: Ministerio Transportes, 2016 ⁽¹⁷⁾

Carga de carril de diseño: Consiste en una carga de 0.952 ton/m uniformemente distribuida en la dirección longitudinal. Transversalmente, la carga de carril de diseño puede ser asumida como una carga uniformemente distribuida sobre 3.0 m de ancho. Los esfuerzos producidos por la carga de carril no están sujetos al factor de impacto.

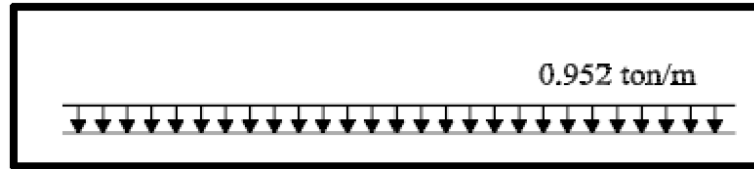


Figura 05. Carga de carril de diseño.

Fuente: Ministerio Transportes, 2016 ⁽¹⁷⁾

2.2.9. PATOLOGÍAS

Vargas (2012) ⁽¹⁸⁾, Las patologías son el estudio de las enfermedades en su sentido amplio, como procesos o estados anormales de causas conocidas o desconocidas. La palabra deriva del pathos, expresión de muchos significados, entre los que se encuentran: "todo lo que se aprecia o se distingue.

Cárdenas GSP. (2007) ⁽¹⁹⁾, Es la ciencia que está encargada del estudio de las lesiones en su más amplio sentido, es decir, como procesos o estados anormales debidos a causas conocidas o desconocidas.

La verdad es que la mayor parte de la gente asocia esta palabra a los seres vivos con organismos complejos, es decir animales; pero en realidad en el campo de la construcción es el mejor medio de recuperar las construcciones o proveerlas de una segunda existencia.

2.2.10. PATOLOGÍA EN EL CONCRETO

Silva. O. (2017) ⁽²⁰⁾, La patología del concreto puede definirse debido al examen sistemático de las estrategias y rasgos del daño que puede atravesar el concreto, sus causas, sus resultados y sus soluciones. Las estructuras de concreto pueden sufrir defectos o daños que alteran su estructura interna y comportamiento. Algunos pueden estar presentes desde su concepción o construcción, otros pueden haber sido contraídos durante alguna etapa de su vida útil, y otros pueden ser consecuencia de accidentes.

2.2.11. PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

Nilson.T&Artur.L. (2011) ⁽²¹⁾, Patología Estructural, el campo de la Ingeniería en Edificaciones que estudia los orígenes, formas manifiestas, consecuencias y mecanismos de ocurrencia de fallas y sistemas de daños en las estructuras.

(Rivva, 2006) ⁽²²⁾, La patología del concreto se describe como un análisis sistemático de los enfoques y características de las "enfermedades" o los "defectos y daños" que el concreto puede atravesar, sus causas, efectos y remedios. En resumen, la patología se conoce como la parte de la durabilidad que se refiere a los síntomas, las posibles causas y el diagnóstico del deterioro experto con la ayuda de sistemas de concreto.

2.2.12. DURABILIDAD DEL CONCRETO

LAZO B. (2015) ⁽²³⁾, Se manifiesta que una estructura durable puede conseguirse si se considera todos los posibles factores de degradación y se actúa consecuentemente en cada una de las fases de proyecto, ejecución y uso de la estructura.

2.2.13. PATOLOGÍAS EN PUENTES:

Las fallas en puentes se presentan por diferentes eventos y la gravedad de la falla depende de la tipología estructural que presente, según el obstáculo a sortear por el mismo, de los materiales, el destino (vial, ferroviario, peatonal o canal), etc.

La aparición de una falla visible no significa necesariamente que algo ande mal, sin embargo, es importante conocer la causa que la produce para que se pueda reparar.

2.2.14. TIPOS DE PATOLOGÍAS:

Al ser el informe de patologías tan extenso debido a la variedad de materiales disponibles utilizados en puentes, la información se centrará únicamente en los deterioros del puente que aborda esta investigación.

❖ **LESIONES FÍSICAS:** Son todos aquellos en los que la molestia patológica tiene lugar debido a fenómenos corporales que consisten en escarcha, condensación, etc. Y normalmente su evolución dependerá incluso de estas tácticas corporales. Las causas físicas más comunes son:

❖ **HUMEDAD:** Ocurre mientras puede haber una presencia de agua en un porcentaje más alto que el que se tiene en cuenta en un material o detalle positivo.

La humedad puede llegar a producir variaciones de las características físicas de dicho material.

❖ **DECOLORACIÓN:** Es la pérdida de color por diferentes factores y se puede ser consecuencia del continuo lavado de los materiales con el agua de lluvia, por ejemplo:

En el caso de la pintura suele ocurrir por acción de los rayos del sol, que afectan y destruyen a ciertos pigmentos orgánicos.

❖ **LESIONES MECÁNICAS:** Aunque las lesiones mecánicas se podrían englobar entre las lesiones físicas puesto que son consecuencia de acciones físicas, suelen considerarse un grupo aparte debido a su importancia. Definimos como daño mecánico uno en el que predomina un problema mecánico que provoca

acciones, desgaste, aberturas o separaciones de materiales o factores de construcción.

- ❖ **GRIETAS / RAJADURAS:** Estas son aberturas longitudinales que afectan todo el grosor de un detalle estructural, estructural o envolvente. Se debe aclarar que las aberturas que más afectan la superficie o la superficie superpuesta de un detalle de construcción no se consideran grietas, sin embargo, son fisuras.

En las GRIETAS y según la forma de los esfuerzos mecánicos que las originan, distinguimos a las corporaciones:

POR EXCESO DE CARGA: Son las grietas que tienen un efecto sobre los factores estructurales o de encierro, mientras que están sujetos a cargas para las cuales no estaban diseñadas. Este tipo de grietas por lo general requieren refuerzo para mantener la seguridad de la unidad constructiva.

- ❖ **FISURAS:** Son aberturas longitudinales que afectan a la superficie o al acabado de un elemento de producción. Aunque su sintomatología es similar a la de las grietas, su base y evolución son únicas y en algunos casos se consideran un grado previo a la aparición de las grietas. Este es el caso del concreto reforzado, cuyo camino a su armadura tiene el potencial de mantener los movimientos de

deformación y hacer grietas que, en el caso de una fábrica, podrían convertirse en grietas.

Subdividimos las fisuras en dos grupos:

REFLEJO DEL SOPORTE: Es la fisura que se produce sobre el soporte cuando se da una discontinuidad constructiva, por una junta, por falta de adherencia o por deformación, cuando el soporte es sometido a un movimiento que no puede resistir.

INHERENTE AL ACABADO: En este caso la fisura se produce por movimientos de dilatación-contracción, en el caso de los chapados y de los alicatados, y por retracción, en el caso de morteros.

❖ **DESPRENDIMIENTO / DELAMINACIÓN:** Es la separación entre un tejido de acabado y la ayuda a la que se implementa en millas debido a la pérdida de adherencia entre ambos, y generalmente se produce debido a diferentes accidentes anteriores, que consisten en humedad, deformaciones o grietas. Los desprendimientos afectan tanto a los acabados continuos como a los acabados por elementos.

❖ **LESIONES QUÍMICAS:** Son las lesiones que surgen de una técnica patológica de naturaleza química, y aunque esto no tiene relación con otras técnicas patológicas y sus correspondientes accidentes, sus signos con frecuencia se cargan.

El comienzo de los accidentes químicos suele ser la presencia de sales, ácidos o álcalis que reaccionan causando descomposiciones que afectan la integridad del tejido y reducen su durabilidad.

❖ **EFLORESCENCIAS:** Es un método patológico que suele tener como motivo directo la aparición de humedad. Las sustancias incorporan sales solubles y éstas son arrastradas por el agua hacia el exterior durante su evaporación y cristalizan en la superficie del material. Esta cristalización generalmente tiene formas geométricas que se asemejan a la vida de la planta y varían dependiendo del tipo de cristal. Presentan dos variantes:

❖ **OXIDACIONES Y CORROSIONES:** Son un conjunto de transformaciones moleculares que tiene como consecuencia la pérdida de material en la superficie de metales como el hierro y el acero. Sus procesos patológicos son químicamente diferentes, pero se consideran un solo grupo porque son prácticamente simultáneos y tienen una sintomatología muy similar.

❖ **EROSIÓN / DESGASTE POR EFECTO DE INTEMPERISMO:**

Es la pérdida o transformación superficial de un material, y puede ser total o parcial.

EROSIÓN ATMOSFÉRICA: Es la producida por la acción física de los agentes atmosféricos.

Generalmente se trata de la **METEORIZACIÓN** de materiales pétreos provocada por la succión de agua de lluvia que, si va acompañada por posteriores heladas y su consecuente dilatación, rompe láminas superficiales del material constructivo.

III. Metodología.

3.1. El tipo de investigación

De acuerdo al tipo de investigación el proyecto será de tipo descriptivo.

3.2. Nivel de la investigación de la tesis

El nivel de la investigación para el presente estudio del proyecto de tesis es cualitativo porque estudia los detalles de cada patología y establece las posibles causas.

3.3. Diseño de la investigación

El trabajo de investigación se ejecutó enmarcado dentro del enfoque cualitativo y del tipo descriptivo, porque describe la realidad, sin alterarla.

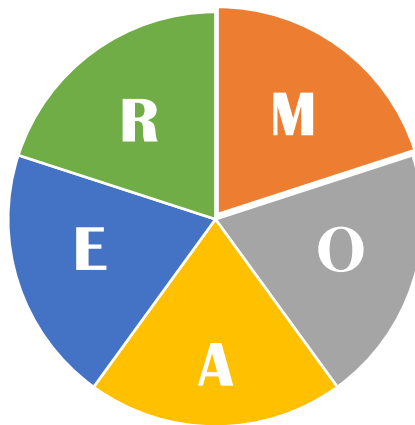
Es No experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio; y de corte transversal, porque se efectuó el análisis en el periodo de octubre – 2018.

El procesamiento de la información se efectuó de forma manual, se hizo uso de algún software como AutoCAD para la elaboración de planos, Microsoft Excel para cálculos y así evitar errores para los resultados finales de la investigación.

La metodología utilizada para el desarrollo adecuado del proyecto con fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados es: Recopilación de antecedentes

preliminares; en esta etapa se realizó la búsqueda, ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayude a cumplir con los objetivos del presente proyecto.

El diseño de la investigación se procedió de la siguiente manera:



Fuente: Elaboración propia (2018)

Dónde:

M = Muestra.

O = Observación

A = Análisis

E = Evaluación

3.4. EL POBLACION Y MUESTRA

3.4.1. Universo y Población

Para la presente investigación el universo estará dado por toda la estructura de la losa de concreto del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador, octubre – 2018”

3.4.2. Muestra

La muestra se sujeta al proceso de investigación está comprendida por la estructura de la losa de concreto del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador, octubre – 2018”

3.5. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
“Determinación y Evaluación de las patologías de la losa de concreto del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador, octubre – 2018”	“Determinación y Evaluación de las patologías de la losa de concreto del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador, octubre – 2018”	Los tipos de patologías más comunes que se presentan de la losa de concreto del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador, son: - Erosión. - Fisuras. -Agrietamientos. - Eflorescencia. - Delaminación. - Distorsión. - Desintegración. - Humedad - Corrosión.	- Observación visual - Ficha de inspección	Nivel de severidad
				(Excelente) (0)
				(Bueno) (1)
				(Regular) (2)
				(Preocupante) (3)
				(Mala) (4)
				(Pésima) (5)

Elaboración propia (2018)

Tabla 04. Definición y Operacionalización de variables.

Para la evaluación de las patologías en los diferentes componentes de los elementos del puente Andres Avelino Cáceres, se utilizó una ficha de inspección de las patologías para saber el nivel de severidad y asignar un tipo de calificación se utilizó el formato del guía del MTC.

FORMATO DE GUIA MTC:

CALIFICACION	CONDICION O ESTADO	% DE AFECTACIÓN - ÁREA TOTAL DEL ELEMENTO	DESCRIPCION DE LA CONDICION
0	EXCELENTE	0 > Nivel 0 (Excelente) =< 5%	El puente no tiene problemas, No hay necesidad de reparaciones.
1	BUENA	5% > Nivel 1 (Bueno) =< 20 %	El puente solo muestra un deterioro mínimo, no hay necesidad de reparaciones pero ciertas actividades de mantenimiento pueden ser necesarias.
2	REGULAR	20% > Nivel 2 (Regular) =< 40%	Existe deterioro, desprendimientos, socavación pero no afectan la capacidad portante y/o de servicios. Hay necesidad de reparaciones menores.
3	PREOCUPANTE	40% > Nivel 3 (Preocupante) =< 60%	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	60% > Nivel 4 (Mala) =< 80%	Necesita repararse pero se puede mantener abierto a trafico 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
5	PESIMA	80% > Nivel 4 (Pésima) =< 100%	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. El puente (pontón) debe cerrarse al tráfico.

Elaboración MTC (2008)

Tabla 05. Calificación y la condición, el MTC -2008.

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

Se utilizó la técnica de la observación visual in situ, de tal manera que, se obtenga la información necesaria para la identificación, clasificación, posterior análisis y evaluación de cada una de las lesiones patológicas que afectarían a las estructuras de la losa de concreto del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador. – octubre 2018

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Se utilizar a la Evaluación Visual y toma de datos a través de ficha técnica como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo.

Estadística.

Fotos de campo.

Cuadros de resultados.

La evaluación de la condición incluirá los siguientes aspectos: **Equipo (Apoyo)**

Wincha para medir las longitudes y las áreas de los daños.

Regla y cinta métrica para establecer las profundidades de los agrietamientos, deterioros, etc. De los elementos de las estructuras de los puentes.

Cámara Digital, para las evidencias patológicas de las estructuras y posterior formulación del inventario de inspección de puentes.

GPS portátil.

Manual de Inspección de Puentes-2006; con formularios correspondientes a la evaluación de los puentes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

Cuaderno de campo, lapicero, lápiz, regla de dibujo para bosquejos, etc.

Equipos de protección individual (EPPs); casco, zapatos de seguridad, chalecos salvavidas, lentes, guantes y conos de seguridad etc.

3.7. PLAN DE ANÁLISIS

El siguiente plan de análisis adoptado, está comprendido de la siguiente manera:

El presente análisis se realizó, teniendo el conocimiento general de la ubicación del área que está en estudio. Según los diferentes ejes y tramos proyectados en los planos para mejor evaluación.

Se realizó una Evaluación de manera general a la estructura del puente, para poder determinar los diferentes tipos de patologías que existen y según ello se realizó los cuadros de evaluación.

Procedimiento de recopilación de información de campo, mediante mediciones obtuvimos cuadros informativos de tipos de patologías.

Cuadros de ámbito de la investigación.

3.8. MATRIZ DE CONSISTENCIA (TABLA 06)

“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE LA LOSA DE CONCRETO DEL PUENTE INTERNACIONAL PERÚ – MACARA – ECUADOR, OCTUBRE – 2018”			
<p>Caracterización del problema</p> <p>Enunciado del problema</p> <p>¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías de la losa de concreto del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador, nos permitirá determinar el nivel de severidad y condición actual de servicio del mismo?</p>	<p>Objetivos de la investigación</p> <p>Objetivo General</p> <p>Determinar y evaluar las patologías de la losa de concreto del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador, octubre – 2018.</p> <p>Objetivo específico</p> <p>a) Determinar y evaluar las patologías que presentan los elementos estructurales de la losa de concreto del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador, octubre – 2018.</p> <p>b) Identificar los tipos de patologías que presentan los elementos estructurales de la losa de concreto del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador, octubre – 2018.</p> <p>c) Analizar los tipos de patologías que presentan los elementos estructurales de la losa de concreto del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador, octubre – 2018.</p> <p>d) Obtener el nivel de severidad de las patologías que presentan los elementos estructurales de la losa de concreto del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador, octubre – 2018.</p>	<p>Variable Dependiente:</p> <p>Evaluación y Determinación de las Patologías del concreto</p> <p>Variable Independiente:</p> <p>Elementos Estructurales del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador.</p>	<p>Metodología:</p> <p>Nivel de la investigación de la tesis</p> <p>El nivel de la investigación para el presente estudio del proyecto de tesis es cualitativo porque estudia los detalles de cada patología y establece las posibles causas.</p> <p>Nivel de la Investigación Descriptivo M-O-A-E-R</p> <p>M: Muestra O: Observación A: Análisis E: Evaluación R: Resultados</p>

3.9. PRINCIPIOS ÉTICOS

a) Ética para el inicio de la evaluación:

Los principios éticos de una investigación abarcan distintos aspectos morales y científicos, desde su lado científico toca algunos puntos como encontrar el conocimiento o mejorar el estado de las cosas.

Como Ingenieros Civiles, estaremos para servir a la sociedad, asumiendo como compromiso el brindar apoyo al bienestar humano, dando principal importancia a la seguridad y adecuado uso de patrimonios en cada labor profesional que nos sean asignadas.


Así mismo como principios éticos, debemos cumplir con:

- a) La Reciprocidad con la humanidad: Mostraremos todo el esfuerzo por ampliar y transformar con propósitos que favorezcan a la sociedad, así como garantizar o autorizar planos, memorias, investigaciones.
- b) La Relación con la población: Los informes que se presenten serán sencillos y prácticos de entender, teniendo justificación sensata de las medidas que se adopten, así mismo capacitarse seguidamente con el fin de desarrollar proyectos transformadores y rentables para la sociedad.
- c) La Competencia y Perfeccionamiento: Podremos desarrollar trabajos de ingeniería cuando se tenga la noción y la experiencia necesaria, caso contrario debemos actualizarnos constantemente de los cuestiones según nuestro ámbito de estudio, asistiendo a cursos, seminarios, congresos, diplomados, etc.




- d) El ejercicio profesional: Podremos dar a demostrar nuestros servicios de manera original, dando a conocer los trabajos que estuvimos o estamos realizando.
- e) El trato con los colegas: Los profesionales que laboren para la zona pública pueden dar su opinión si lo consideran necesario, sin perjudicar la imagen del autor del proyecto ni siquiera de querer apoderarse del mismo.

IV. Resultados

4.1. Resultados

		“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE LA LOSA DE CONCRETO DEL PUENTE INTERNACIONAL PERÚ – MACARA – ECUADOR, OCTUBRE – 2018”	
1) UBICACIÓN			
NOMBRE DEL PUENTE	Puente Internacional Macará	Dpto. Político:	Perú-Ecuador
TIPO DE PUENTE	Losa con vigas	Provincia :	Loja
SOBRE	Río	Distrito :	Loja
ALTITUD (msnm)	386	Poblado cercano:	Macará
2) DATOS GENERALES			
Puente Sobre :	Río	Nombre :	Puente Internacional Macará
Longitud Total (m) :	110.00	Número Vías Tránsito :	2
Ancho Calzada (m) :	7.30	Sobrecarga Diseño :	HS-25
Ancho Vereda (m) :	2.40	Año Construcción :	
Arcén (m):	2.00	Fecha de inspección:	
Alineamiento :	Recto		
3) ELEMENTOS DEL PUENTE			
A) TABLERO DE RODADURA			
LOSA	Material :	Concreto Armado	
	Espesor (m) :	0.20	
	Superficie de Desgaste :		
VIGAS	NO APLICA		
B) SUBESTRUCTURA			
ESTRIBO IZQUIERDO (A1)	Elevación / Tipo:	Estribo en forma T invertida	
	Elevación / Material:	12.80 m	
	Cimentación / Tipo:	Fundación directa	
	Cimentación / Material:	Concreto Armado	
ESTRIBO DERECHO (A2)	Elevación / Tipo:	Estribo en forma T invertida	
	Elevación / Material:	12.30 m	
	Cimentación / Tipo:	Fundación con pilotes (diámetro de pilote colado in situ: 1.20 m)	
	Cimentación / Material:	Concreto Armado	
PILARES (P1)	Elevación / Tipo:	Tipo Pared	
	Elevación / Material:	12.02 m	
	Cimentación / Tipo:	Fundación Directa	
	Cimentación / Material:	Concreto Armado	
C) DETALLES			
BARANDAS	Tipo :	Parapeto	
	Material :	Acero	
VEREDAS Y SARDINELES	Ancho Vereda (m):	2.40	
	Altura de Sardinel:	0.15	
	Material :	concreto	
APOYOS	NO APLICA		
PLANCHAS DESLIZANTES	NO APLICA		
JUNTAS DE EXPANSION	NO APLICA		
DRENAJE DE CALZADA	NO APLICA		
<i>Fuente: Elaboración propia 2018 (Tabla 08)</i>			

(UNIDAD DE MUESTRA 01)





		“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE LA LOSA DE CONCRETO DEL PUENTE INTERNACIONAL PERÚ – MACARA – ECUADOR, OCTUBRE – 2018”					
TOMA DE DATOS DE LA CONDICIÓN DE CAMPO UM - 01							
DATOS GENERALES							
NOMBRE DEL PUENTE	Puente Internacional Macará			Dpto. Político:	Perú-Ecuador		
TIPO DE PUENTE	Losa con vigas			Provincia :	Loja		
SOBRE	Río			Distrito :	Loja		
ALTITUD (msnm)	386 msnm			Poblado cercano:	Macará		
CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO							
N°	DESCRIPCIÓN	UND	N°	LONG.	ANCHO	ALTURA	METRADO
1	LOSA DE CONCRETO	m2	1	110	11.70		1287
ELEMENTOS				DESCRIPCIÓN			
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
104	LOSA DE CONCRETO (Refuerzo Transversal)				60		40
CONDICIÓN ENCONTRADA							
LOSA	El 60 % se encuentra en Grado 02 donde se observa Suciedad y el otro 40 % se encuentra en Grado 0.						
							
OBSERVACIONES							
Grado 0:	LA LOSA NO TIENE PROBLEMAS						
Grado 1:	SUCIEDAD						
Grado 2:							
Grado 3:							
Fuente: Elaboración propia 2018 (Tabla N° 09)							

VISTA FOTOGRAFICA DEL PUENTE INTERNACIONAL PERU – MACARA ECUADOR






Fuente: Elaboración propia 2018




(UNIDAD DE MUESTRA 02)

		“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE LA LOSA DE CONCRETO DEL PUENTE INTERNACIONAL PERÚ – MACARA – ECUADOR, OCTUBRE – 2018”					
		TOMA DE DATOS DE LA CONDICIÓN DE CAMPO UM - 02					
DATOS GENERALES							
NOMBRE DEL PUENTE	Puente Internacional Macará		Dpto. Político:	Perú-Ecuador			
TIPO DE PUENTE	Losa con vigas		Provincia :	Loja			
SOBRE	Río		Distrito :	Loja			
ALTITUD (msnm)	386 msnm		Poblado cercano:	Macará			
CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO							
N°	DESCRIPCIÓN	UND	N°	LONG.	ANCHO	ALTURA	METRADO
1	ESTRIBO IZQUIERDO (A1)	m2	1		15.55	12.80	199.04
ELEMENTOS				DESCRIPCIÓN			
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado				20	20	60
CONDICIÓN ENCONTRADA							
ESTRIBO	El 20 % se encuentra en Grado 02 donde se observa Suciedad, el otro 20 % se encuentra en Grado 01 Eflorescencia Y el otro 60 % se encuentra en Grado 0.						
				 			
OBSERVACIONES							
Grado 0:	EL ESTRIBO NO TIENE PROBLEMAS						
Grado 1:	EFLORESCENCIA						
Grado 2:	SUCIEDAD						
Grado 3:							
<i>Fuente: Elaboración propia 2018 (Tabla N° 10)</i>							

(UNIDAD DE MUESTRA 03)

		“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE LA LOSA DE CONCRETO DEL PUENTE INTERNACIONAL PERÚ – MACARA – ECUADOR, OCTUBRE – 2018”					
TOMA DE DATOS DE LA CONDICIÓN DE CAMPO UM - 03							
DATOS GENERALES							
NOMBRE DEL PUENTE	Puente Internacional Macará			Dpto. Político:	Perú-Ecuador		
TIPO DE PUENTE	Losa con vigas			Provincia :	Loja		
SOBRE	Río			Distrito :	Loja		
ALTITUD (msnm)	386 msnm			Poblado cercano:	Macará		
CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO							
N°	DESCRIPCIÓN	UND	N°	LONG.	ANCHO	ALTURA	METRADO
1	ESTRIBO DERECHO (A2)	m2	1		15.55	12.30	191.27
ELEMENTOS				DESCRIPCIÓN			
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
202	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado				15	25	60
CONDICIÓN ENCONTRADA							
ESTRIBO	El 25 % se encuentra en Grado 01 donde se observa Suciedad, el otro 15 % se encuentra en Grado 02 Eflorescencia Y el otro 60 % se encuentra en Grado 0.						
							
OBSERVACIONES							
Grado 0:	EL ESTRIBO NO TIENE PROBLEMAS						
Grado 1:	SUCIEDAD						
Grado 2:	EFLORESCENCIA						
Grado 3:							
Fuente: Elaboración propia 2018 (Tabla N° 11)							




(UNIDAD DE MUESTRA 04)

		<p align="center">“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE LA LOSA DE CONCRETO DEL PUENTE INTERNACIONAL PERÚ – MACARA – ECUADOR, OCTUBRE – 2018”</p>					
		<p align="center">TOMA DE DATOS DE LA CONDICIÓN DE CAMPO UM - 04</p>					
<p align="center">DATOS GENERALES</p>							
NOMBRE DEL PUENTE	Puente Internacional Macará			Dpto. Político:	Perú-Ecuador		
TIPO DE PUENTE	Losa con vigas			Provincia :	Loja		
SOBRE	Río			Distrito :	Loja		
ALTITUD (msnm)	386 msnm			Poblado cercano:	Macará		
<p align="center">CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO</p>							
N°	DESCRIPCIÓN	UND	N°	LONG.	ANCHO	ALTURA	METRADO
1	PILARES	m2	1	-	-	-	391.60
<p align="center">ELEMENTOS</p>				<p align="center">DESCRIPCIÓN</p>			
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
241	Elevación de Pilares Concreto Armado				20	30	50
<p align="center">CONDICIÓN ENCONTRADA</p>							
PILARES	El 20 % se encuentra en Grado 02 donde se observa Humedad, El 30 % se encuentra en Grado 01 Eflorescencia , y el otro 50 % se encuentra en Grado 0.						
							
<p align="center">OBSERVACIONES</p>							
Grado 0:	EL PILAR NO TIENE PROBLEMAS						
Grado 1:	EFLORESCENCIA						
Grado 2:	HUMEDAD						
Grado 3:							
<p><i>Fuente: Elaboración propia 2018 (Tabla N° 12)</i></p>							


(UNIDAD DE MUESTRA 05)

		“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE LA LOSA DE CONCRETO DEL PUENTE INTERNACIONAL PERÚ – MACARA – ECUADOR, OCTUBRE – 2018”					
		TOMA DE DATOS DE LA CONDICIÓN DE CAMPO UM - 05					
DATOS GENERALES							
NOMBRE DEL PUENTE	Puente Internacional Macará		Dpto. Político:	Perú-Ecuador			
TIPO DE PUENTE	Losa con vigas		Provincia :	Loja			
SOBRE	Río		Distrito :	Loja			
ALTITUD (msnm)	386 msnm		Poblado cercano:	Macará			
CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO							
N°	DESCRIPCIÓN	UND	N°	LONG.	ANCHO	ALTURA	METRADO
1	BARANDAS	ml	2	110	-	-	220.00
ELEMENTOS				DESCRIPCIÓN			
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
353	Baranda de Acero				20	10	70
CONDICIÓN ENCONTRADA							
BARANDAS	El 20 % se encuentra en Grado 02 donde se observa Desprendimiento de Pintura, El otro 10 % se encuentra en Grado 01 Oxidación y el otro 70 % se encuentra en Grado 0.						
							
OBSERVACIONES							
Grado 0:	LAS BARANDAS NO TIENEN PROBLEMAS						
Grado 1:	OXIDACIÓN						
Grado 2:	DESPRENDIMIENTO DE PINTURA						
Grado 3:							
<i>Fuente: Elaboración propia 2018 (Tabla N° 13)</i>							

(UNIDAD DE MUESTRA 06)

		“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE LA LOSA DE CONCRETO DEL PUENTE INTERNACIONAL PERÚ – MACARA – ECUADOR, OCTUBRE – 2018”					
TOMA DE DATOS DE LA CONDICIÓN DE CAMPO UM - 06							
DATOS GENERALES							
NOMBRE DEL PUENTE	Puente Internacional Macará			Dpto. Político:	Perú-Ecuador		
TIPO DE PUENTE	Losa con vigas			Provincia :	Loja		
SOBRE	Río			Distrito :	Loja		
ALTITUD (msnm)	386 msnm			Poblado cercano:	Macará		
CONDICIÓN GENERAL DEL ELEMENTO							
N°	DESCRIPCIÓN	UND	N°	LONG.	ANCHO	ALTURA	METRADO
1	VEREDAS Y SARDINELES	m2	1	110	2.40		264.00
ELEMENTOS				DESCRIPCIÓN			
N°	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
311	Veredas de Concreto				30	15	55
CONDICIÓN ENCONTRADA							
VEREDAS	El 30 % se encuentra en Grado 02 donde se observa Desprendimiento de Borde, El otro 15 % se encuentra en Grado 01 Suciedad , y el otro 55 % se encuentra en Grado 0.						
							
OBSERVACIONES							
Grado 0:	LA VEREDA NO TIENE PROBLEMAS						
Grado 1:	SUCIEDAD						
Grado 2:	DESPRENDIMIENTO DE BORDE						
Grado 3:							
Fuente: Elaboración propia 2018 (Tabla N° 14)							

Resumen de patologías por elemento y grado de severidad:

		“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE LA LOSA DE CONCRETO DEL PUENTE INTERNACIONAL PERÚ – MACARA – ECUADOR, OCTUBRE – 2018”					
PATOLOGÍAS ENCONTRADAS EN LOS ELEMENTOS SEGÚN GRADO DE SEVERIDAD							
ELEMENTOS		GRADO DE SEVERIDAD					
NRO.	DESCRIPCIÓN	5	4	3	2	1	0
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)				El 60 % se observa Suciedad.		El 40 % No se observan Problemas.
202	Estribo de Concreto Armado (Izquierdo)				El 20 % se observa Suciedad.	el otro 20 % se observa Eflorescencia.	El 60 % No se observan Problemas.
202	Estribo de Concreto Armado (Derecho)				El 15 % se observa Eflorescencia.	El 25 % se observa Suciedad.	El 60 % No se observan Problemas.
241	Pilares de Concreto Armado				El 20 % se observa Humedad.	El 30 % se observa Eflorescencia.	El 50 % No se observan Problemas.
353	Barandas de Acero				El 20 % se observa Desprendimiento de Pintura.	El 10 % se observa Oxidación.	El 70 % No se observan Problemas.
311	Veredas de Concreto				El 30 % se observa Desprendimiento de Borde.	El 15 % se observa Suciedad.	El 55 % No se observan Problemas.

Fuente: Elaboración propia 2018 (Tabla N° 15)



“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE LA LOSA DE CONCRETO DEL PUENTE INTERNACIONAL PERÚ – MACARA – ECUADOR, OCTUBRE – 2018”

RESUMEN DE MUESTRAS Y PATOLOGIAS

DESCRIPCION	ELEMENTOS A EVALUAR												
PATOLOGIAS	LOSA		ESTRIBO (A1)		ESTRIBO (A2)		PILARES		BARANDAS		VEREDAS		NIVEL DE SEVERIDAD
	M2	%	M2	%	M2	%	M2	%	M2	%	M2	%	
(1) Suciedad	772.2	60.00%	39.81	20.00%	47.82	25.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	39.60	15.00%	REGULAR
(2) Humedad	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	78.32	20.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	REGULAR
(3) Desprendimiento del Concreto	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	79.2	36.00%	REGULAR
(4) Desprendimiento de Pintura	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	44.00	20.00%	0.00	0.00%	REGULAR
(5) Eflorescencia	0.00	0.00%	39.81	20.00%	28.69	15.00%	117.48	30.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	REGULAR
(6) Oxidación	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	22.00	10.00%	0.00	0.00%	BUENA

ELEMENTOS	ÁREAS
LOSA	1,287.00 m2
ESTRIBO (A1)	199.04 m2
ESTRIBO (A2)	191.27 m2
PILARES	391.60 m2
BARANDAS	220.00 m2
VEREDAS	264.00 m2

AREA TOTAL DE ESTRUCTURA	2,552.91 m2
AREA TOTAL AFECTADA	1,308.92
AREA TOTAL NO AFECTADA	1,243.99
% AFECTADO	51.27%
% NO AFECTADA	48.73%
SEVERIDAD	REGULAR

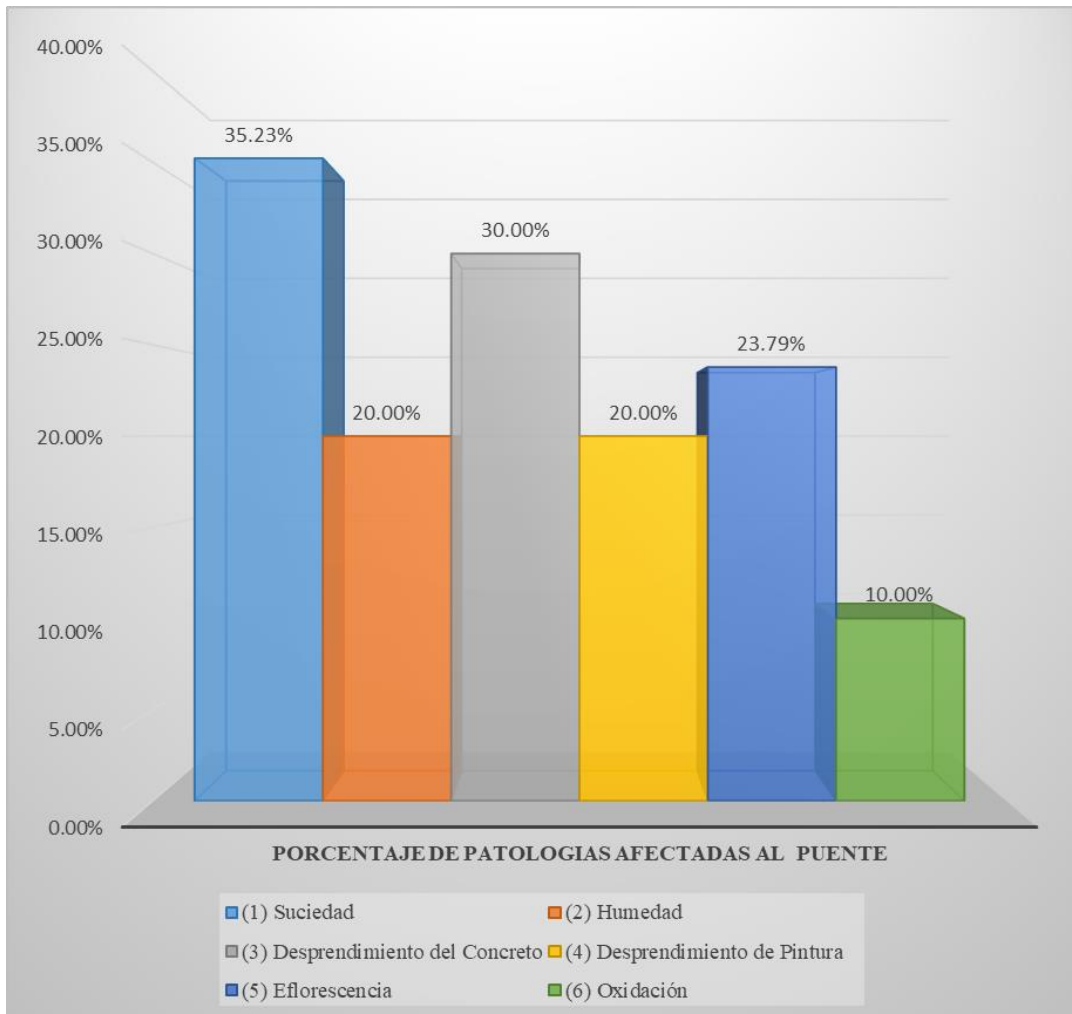



Gráfico N° 01 de patologías del Puente Internacional Macará

4.2. Análisis de resultados:

		“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE LA LOSA DE CONCRETO DEL PUENTE INTERNACIONAL PERÚ – MACARA – ECUADOR, OCTUBRE – 2018”	
		DATOS GENERALES	
NOMBRE DEL PUENTE	Puente Internacional Macará	Dpto. Político:	Perú-Ecuador
TIPO DE PUENTE	Losa con vigas	Provincia :	Loja
SOBRE	Río	Distrito :	Loja
ALTITUD (msnm)	386 msnm	Poblado cercano:	Macará
N°	ELEMENTO	CODIGO	
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	UM-01	
202	Estribo de Concreto Armado (Izquierdo)	UM-02	
202	Estribo de Concreto Armado (Derecho)	UM-03	
241	Pilares de Concreto Armado	UM-04	
353	Barandas de Acero	UM-05	
311	Veredas de Concreto	UM-06	

CONDICIÓN GENERAL DE PUENTE.

Para realizar y obtener los resultados de las condiciones en el cuadro se detallan los siguientes puntos: Condición General del Puente evaluado y condición estadística del puente, su procedimiento para hallar esos valores se describe en análisis de resultados.

CONDICIÓN GENERAL DEL PUENTE EVALUADO								
N°	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN %						TOTAL (%)
		5	4	3	2	1	0	
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	0	0	0	60	0	40	100
202	Estribo de Concreto Armado (Izquierdo)	0	0	0	20	20	60	100
202	Estribo de Concreto Armado (Derecho)	0	0	0	15	25	60	100
241	Pilares de Concreto Armado	0	0	0	50	30	20	100
353	Barandas de Acero	0	0	0	20	10	70	100
311	Veredas de Concreto	0	0	0	30	15	55	100

Fuente: Elaboración propia 2018 (Tabla N° 17)

CONDICIÓN ESTADÍSTICA DEL ELEMENTO:

Para el cálculo y/o análisis de la condición estadística de los elementos y del puente se ha desarrollado con la metodología del SCAP, en la cual se describe los principales criterios empleados para su desarrollo. Como se mencionó, se introduce el concepto de condición estadística que simplifica en un número, la información de la condición del elemento proveniente, del trabajo de campo.

Es aquel número que califique la situación del puente y de cada uno de sus elementos.

Este valor se deduce de la condición en campo, que corresponde a varios números, expresados en la forma de porcentajes de la situación del elemento en la escala de 0 a 5.

Estos valores nos ayudaran a encontrar la condición general del puente evaluado.

1° El primer paso. - Corresponde a ajustar la distribución de porcentajes, a condiciones umbral.

CONDICIÓN ESTADÍSTICA DEL PUENTE							
N°	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN %					
		5	4	3	2	1	0
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	0	0	0	240	0	160
202	Estribo de Concreto Armado (Izquierdo)	0	0	0	80	80	240
202	Estribo de Concreto Armado (Derecho)	0	0	0	60	100	240
241	Pilares de Concreto Armado	0	0	0	80	120	200
353	Barandas de Acero	0	0	0	80	40	280
311	Veredas de Concreto	0	0	0	120	60	220

*Ajustes según porcentaje de umbral (%campo * 100 / %umbral) (Tabla N° 18)*

2° En el segundo paso, se acumulan los porcentajes ajustados, desde la condición más pobre a aquella muy buena. La suma se detiene al sobrepasar 100%.

Es importante considerar que el proceso debe efectuarse desde la condición más desfavorable, desde la 5 a la 0.

Suma por elemento comenzando por la condición 5 hasta que la suma exceda de 100%.

CONDICIÓN ESTADÍSTICA DEL PUENTE							
N°	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN %					
		5	4	3	2	1	0
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	0	0	0	240	240	400
202	Estribo de Concreto Armado (Izquierdo)	0	0	0	80	160	400
202	Estribo de Concreto Armado (Derecho)	0	0	0	60	160	400
241	Pilares de Concreto Armado	0	0	0	80	200	400
353	Barandas de Acero	0	0	0	80	120	400
311	Veredas de Concreto	0	0	0	120	180	400

(Suma de porcentajes ajustados de la condición para cada elemento)(Tabla N° 19)

3° Como tercer paso, los porcentajes son reajustados nuevamente, tal que la suma sea igual a 100, que corresponde al total del elemento. Se obtiene así, la condición de umbral.

N°	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN %						TOTAL (%)
		5	4	3	2	1	0	
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	0	0	0	100	0	0	100
202	Estribo de Concreto Armado (Izquierdo)	0	0	0	80	20	0	100
202	Estribo de Concreto Armado (Derecho)	0	0	0	60	40	0	100
241	Pilares de Concreto Armado	0	0	0	80	20	0	100
353	Barandas de Acero	0	0	0	80	20	0	100
311	Veredas de Concreto	0	0	0	100	0	0	100

(Reajuste de valores hasta sumar 100% desde la condición más desfavorable) (Tabla N° 20)

4° Para el último paso, se requiere reducir esta condición de umbral a un solo número que constituirá precisamente la condición estadística del elemento.

Se adopta un criterio para la obtención de un promedio pesado por elemento.

Se obtiene de la siguiente manera:

- Los productos del nivel de condición de umbral por el porcentaje ajustado (elevado a la quinta) (entre 100) = (Calificación %)
- La suma de estos productos.
- La raíz quinta de esta suma.

N°	DESCRIPCIÓN	CALIFICACIÓN %						TOTAL (%)
		5	4	3	2	1	0	
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	0	0	0	32	0	0	2
202	Estribo de Concreto Armado (Izquierdo)	0	0	0	25.6	0.2	0	1.91
202	Estribo de Concreto Armado (Derecho)	0	0	0	19.2	0.4	0	1.81
241	Pilares de Concreto Armado	0	0	0	25.6	0.2	0	1.91
353	Barandas de Acero	0	0	0	25.6	0.2	0	1.91
311	Veredas de Concreto	0	0	0	32	0	0	2

(Condición estadística por elemento.) (Tabla N° 21)

5° Condición estadística del puente – Condición general del puente

A partir del cálculo de la condición estadística de los elementos, será posible calcular la condición estadística para el puente.

El método es el siguiente:

- Se determina el número de elementos del puente (N).
- Se determina el factor de importancia* que el elemento tiene en relación con el puente. **(Ver en anexo 11)**
- Se multiplica la condición estadística de cada elemento, por su correspondiente factor de importancia. Este producto es denominado contribución del elemento al puente.
- Se identifica el mayor valor entre la contribución de los elementos.
- Se halla la sumatoria de todos los valores de la contribución de los elementos del puente.

- Estos valores lo introducimos en la siguiente formula y se halla la condición estadística del puente:

CONDICIÓN ESTADÍSTICA DEL PUENTE					
N°	DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN ESTADÍSTICA DEL ELEMENTO	FACTOR DE IMPORTANCIA	CONTRIBUCIÓN DEL ELEMENTO	CONDICIÓN ESTADÍSTICA DEL PUENTE
104	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	2	1	2.00	2.79
202	Estribo de Concreto Armado (Izquierdo)	1.91	1	1.91	
202	Estribo de Concreto Armado (Derecho)	1.81	1	1.81	
241	Pilares de Concreto Armado	1.91	1	1.91	
353	Barandas de Acero	1.91	0.6	1.15	
311	Veredas de Concreto	2	0.6	1.20	

Fuente: Elaboración propia 2018 (Tabla N° 22)

Numero de elementos	6.00
Mayor valor	2.00
Sumatoria	9.98
Suma-mayor	7.98

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

REGULAR	El puente Internacional Macará se halla en condición REGULAR con un valor de 2.79 entre un rango de 2.00-2.99
----------------	---

V. CONCLUSIONES

Después de analizar los resultados obtenidos en la inspección del puente Internacional, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. Las Patologías encontradas son:
 - Suciedad (Veredas, Estribos, Losa) 35.23%
 - Humedad (Pilares) 20.00%
 - Desprendimiento del concreto (Veredas) 30.00%
 - Desprendimiento de Pintura (Barandas) 20.00%
 - Eflorescencia (Pilares y Estribos) 23.79%
 - Oxidación (Barandas) 10.00%
2. La Patología más predominante es:
SUCIEDAD con 35.23%.
3. Después de haber hecho el análisis de las patologías presentadas y teniendo en consideración la Guía para Inspección Evaluación y mantenimiento de Puentes (2008), en el cuadro de condición global del puente puedo concluir que le Puente Internacional Macará, se encuentra en una condición **REGULAR**, ya que luego de la evaluación arroja un valor de 2.79 y este se haya dentro del rango de condición **(2.00 – 2.99)**..

5.1 ASPECTOS COMPLEMENTARIOS Y RECOMENDACIONES

- Se recomienda para los elementos Pilares de Concreto Armado y Estribos realizar mantenimientos periódicos con herramientas manuales para quitar la suciedad (escobilla, detergente, agua).
- Se recomienda para el Elemento Losa de Concreto Armado un mantenimiento periódico para protegerlo del deterioro.
- Se recomienda para el Elemento Vereda Concreto para el desprendimiento del concreto resanar con mortero y/o concreto con aditivos.
- Se recomienda para el Elemento Barandas de Acero colocar un revestimiento anticorrosivo.
- Se recomienda realizar un mantenimiento Rutinario para así atender las patologías existentes en el puente, lo cual es importante no solo reparar los defectos visibles, si no encontrar sus causas para subsanarlas y evitar deterioros posteriores, con el fin de lograr un buen funcionamiento del mismo.

VI. Referencias bibliográficas:

- 1. Cuba Y., González L.** ⁽¹⁾ ESTUDIO DEL ESTADO DE LOS PUENTES EN LA CARRETERA CENTRAL EN SU TRAVESÍA POR LA PROVINCIA DE MATANZAS. Revista de Arquitectura e Ingeniería. 2012.
- 2. Nilson Tadeu M. Artur Lenz S.** (2011) ⁽²⁾, IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE PATOLOGÍAS EN PUENTES DE CARRETERAS URBANAS Y RURALES.
- 3. Bustamante. & Gonzales.** (2014) ⁽³⁾, “EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN PARA LA PATOLOGÍA DEL PUENTE ROMÁN UBICADO EN EL BARRIO MANGA. CARTAGENA DE INDIAS”
- 4. Andía R., Efren** (2016) ⁽⁴⁾, 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.
- 5. (Sáenz. R)** (2016) ⁽⁵⁾, LA EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL PUENTE CHILLÓN KM. 24+239. CARRETERA PANAMERICANA NORTE HABICH – INTERCAMBIO VIAL ANCÓN, PARA POSIBLE INTERVENCIÓN PREVENTIVA.
- 6. Moreno R., Artidoro** (2013) ⁽⁶⁾, NIVEL DEL DETERIORO ESTRUCTURAL EN EL PUENTE DE CONCRETO “PUENTE

ORELLANA"-JAÉN- PERÚ.

(Jeen P. Boulanger N.) (2018) ⁽⁷⁾, 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”

7. Flor Y. Clavijo R. (2018) ⁽⁸⁾, “DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PUENTE DOBLE VÍA LUIS MIGUEL SÁNCHEZ CERRO, PIURA-ABRIL 2018.

8. Farfán M., Carlos D. (2018) ⁽⁹⁾, DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGIAS DEL CONCRETO ARMADO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE VEHICULAR SIMON RODRIGUEZ ,CON UNA LONGITUD DE 423.80 MTS, EN EL DISTRITO DE AMOTAPE, PROVINCIA DE PAITA , DEPARTAMENTO DE PIURA, ABRIL - 2018.

9. Morales H. (2016) ⁽¹⁰⁾, SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE PUENTES DE FÁBRICA. Proyecto Fin de Máster. Madrid. Universidad Politécnica de Madrid; Escuela Superior de Ingeniería Civil, 2016.

10. MTC-Manual de Puentes (2016) ⁽¹¹⁾, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. MANUAL DE PUENTES. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Lima. 2016.

11. ESTÁNDARES, NORMAS, Y UNIDADES ⁽¹²⁾.

<https://www.mopc.gov.py/userfiles/files/Guia%20de%20puentes.pdf>

12. Edition 17^a, (2002) ⁽¹³⁾, La Norma the AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges Design,

http://www.bof.fire.ca.gov/regulations/regulations_file_library/regulation_files_301-350/347%20B_2%20of%204.pdf

13. AASHTO ⁽¹⁴⁾, Diseño de Puentes. Pág. 1–10. Edición 2017.

Resolución Ministerial 589-2003-MTC/02 ⁽¹⁵⁾. “Manual de Diseño de Puentes - Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (2016).

14. Directiva N° 01-2016-MTC/14 ⁽¹⁶⁾, “Guía para inspección de Puentes Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (2006).

Ministerio Transportes, 2016 ⁽¹⁷⁾, CARGAS Y FACTORES DE CARGAS.

15. Vargas., F. ⁽¹⁸⁾, Determinación y evaluación de las patologías del concreto en las veredas de la urbanización José Lishner Tudela primera etapa- distrito de Tumbes. file:///C:/Users/USER/Downloads/186-829-1-PB.pdf

16. Cárdenas GSP. (2007) ⁽¹⁹⁾, PATOLOGÍAS.

17. Silva. O. ⁽²⁰⁾, Blog 360° en el Concreto [seriada en línea] 2017.
<http://blog.360gradosenconcreto.com/la-patologia-del-concreto/>

18. Nilson.T&Artur.L. ⁽²¹⁾, Identificación y análisis de patologías en puentes de carreteras urbanas y rurales.

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v26n1/art01.pdf>

19. Rivva, 2006 ⁽²²⁾, **PATOLOGÍA ESTRUCTURAL.**

20. Lazo Mogollón, Boris. (2015) ⁽²³⁾, Patologías del concreto de las plataformas deportivas de las Instituciones Educativas estatales del nivel primario del distrito de Marcavelica, Provincia de Sullana, departamento de Piura y las incidencias en sus vidas útiles.

<https://civilgeeks.com/2011/12/11/durabilidad-del-concreto/>

ANEXO N° 01 (Tabla N° 23)

CODIF. ELEMENTO	ELEMENTO	FACTOR DE IMP.
Elemento N° 101 :	Losa de concreto armado (Refuerzo longitudinal)	1
Elemento N° 104 :	Losa de concreto armado (Refuerzo Transversal)	1
Elemento N° 102:	Losa de concreto pretensado (Pretensado Longitudinal)	1
Elemento N° 105:	Losa de concreto pretensado (Pretensado Transversal)	1
Elemento N° 103:	Losa de Concreto Simple	1
Elemento N° 106:	Plancha Metálica Corrugada	1
Elemento N° 107:	Tablero de Madera	1
Elemento N° 110:	Viga Principales concreto armado	1
Elemento N° 111:	Vigas Secundarias de concreto armado	1
Elemento N° 112:	Vigas Principales de concreto pretensado	1
Elemento N° 113:	Vigas Secundarias de concreto Pretensado	1
Elemento N° 114:	Vigas Principales de Acero Estructural	1
Elemento N° 115:	Vigas Secundarias de Acero	1
Elemento N° 161:	Vigas Transversales y Largueros de Acero	1
Elemento N° 116:	Vigas de Madera	1
Elemento N° 117:	Arriostres de Acero	1
Elemento N° 131:	Columnas de concreto armado	1
Elemento N° 132:	Columnas de concreto pretensado	1
Elemento N° 133:	Columna de acero estructural	1
Elemento N° 134:	Muros de Concreto Armado	1
Elemento N° 135:	Muros de Concreto Simple	1
Elemento N° 136:	Tirante de Concreto Pretensado en pórticos	1
Elemento N° 145:	Arco de concreto armado	1
Elemento N° 146:	Arco de acero estructural	1
Elemento N° 160:	Bridas superior e inferior, Montantes y Diagonales de Acero	1
Elemento N° 168:	Estructura Metálica Bailey	1
Elemento N° 180:	Cables Principales de Acero	1
Elemento N° 181:	Barras de Anclaje en puentes colgantes	1
Elemento N° 182:	Torres de Acero	1
Elemento N° 183:	Péndolas de Acero con Sockets	1
Elemento N° 184:	Accesorios en puentes colgantes	1
Elemento N° 185:	Vigas de Rigidez	1
Elemento N° 186:	Arriostres de Acero	1
Elemento N° 190:	Losa de Concreto Simple	1
Elemento N° 191:	Losa de concreto armado (Refuerzo longitudinal)	1
Elemento N° 192:	Muros de Concreto Simple	1
Elemento N° 193:	Muros de Concreto Armado Alcantarilla	1
Elemento N° 196:	Plancha Metálica Corrugada (TMC)	1
Elemento N° 201:	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Simple	1
Elemento N° 204:	Elevación Alas del Estribo Concreto Simple	1
Elemento N° 240:	Elevación de Pilares Concreto Simple	1
Elemento N° 202:	Elevación Cuerpo del Estribo de Concreto Armado	1
Elemento N° 205:	Elevación Alas del Estribo de Concreto Armado	1

Elemento N° 241:	Elevación de Pilares Concreto Armado	1
Elemento N° 203:	Elevación Cuerpo del Estribo Madera	1
Elemento N° 206:	Elevación Alas del Estribo Madera	1
Elemento N° 207:	Elevación Cuerpo del Estribo de Mampostería de Piedra	1
Elemento N° 208:	Elevación Alas del Estribo Mampostería de Piedra	1
Elemento N° 215:	Zapata de Concreto Simple	1
Elemento N° 216:	Zapata de Concreto armado para Estribos	1
Elemento N° 217:	Zapata de Mampostería de Piedra	1
Elemento N° 220:	Caisson de Concreto Simple	1
Elemento N° 221:	Caisson de Concreto Armado	1
Elemento N° 230:	Pilotes de Concreto Armado	1
Elemento N° 231:	Pilotes de Acero Estructural	1
Elemento N° 232:	Pilotes de Madera	1
Elemento N° 242:	Elevación de Pilares de Madera	1
Elemento N° 301 :	Capa Asfalto	0.6
Elemento N° 302:	Capa Concreto Pobre	0.6
Elemento N° 303 :	Tablones de Madera	0.6
Elemento N° 311 :	Vereda Concreto	0.6
Elemento N° 313:	Vereda de Madera	0.6
Elemento N° 321 :	Apoyo fijo Neopreno	0.6
Elemento N° 322 :	Apoyo deslizante de neopreno	0.6
Elemento N° 323 :	Apoyo Deslizante Acero	0.6
Elemento N° 325 :	Apoyo Roller Acero	0.6
Elemento N° 326 :	Apoyo Rocker Acero	0.6
Elemento N° 324 :	Apoyo articulado de acero	0.6
Elemento N° 327 :	Apoyo articulado Concreto	0.6
Elemento N° 328:	Apoyo Rocker de Concreto	0.6
Elemento N° 329::	Apoyo Eslabón y Pin (Vigas Gerber)	0.6
Elemento N° 341 :	Planchas Deslizantes	0.6
Elemento N° 342:	Tipo Peine	0.6
Elemento N° 343 :	Tipo Compresible / Expandible Celular	0.6
Elemento N° 344 :	Junta de Expansión, Tipo Compresible / Expandible Sólido	0.6
Elemento N° 351:	Barandas de Madera	0.6
Elemento N° 352:	Barandas de Concreto	0.6
Elemento N° 353 :	Barandas de Acero	0.6
Elemento N° 354:	Parapeto de Concreto Armado	0.6
Elemento N° 355:	Guardavías	0.6
Elemento N° 401 :	Márgenes del río	0.4
Elemento N° 402 :	Lecho del río	0.4
Elemento N° 406 :	Enrocado	0.4
Elemento N° 410 :	Muro de Concreto Simple.	0.4
Elemento N° 411:	Muro de Concreto Armado – Cauce	0.4
Elemento N° 412:	Solado Concreto Simple	0.4
Elemento N° 413 :	Solado Concreto	0.4
Elemento N° 501 :	Señalización	0
Elemento N° 503 :	Muro de Concreto Simple – Accesos	0
Elemento N° 504:	Muro de Concreto Armado en accesos	0
Elemento N° 505:	Zapata de Concreto Simple en muros de contención	0
Elemento N° 506 :	Zapata de Concreto armado	0
Elemento N° 526:	Alcantarilla de Plancha Corrugada TMC	0

VII ANEXOS:



ANEXO N° 01: Foto del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador



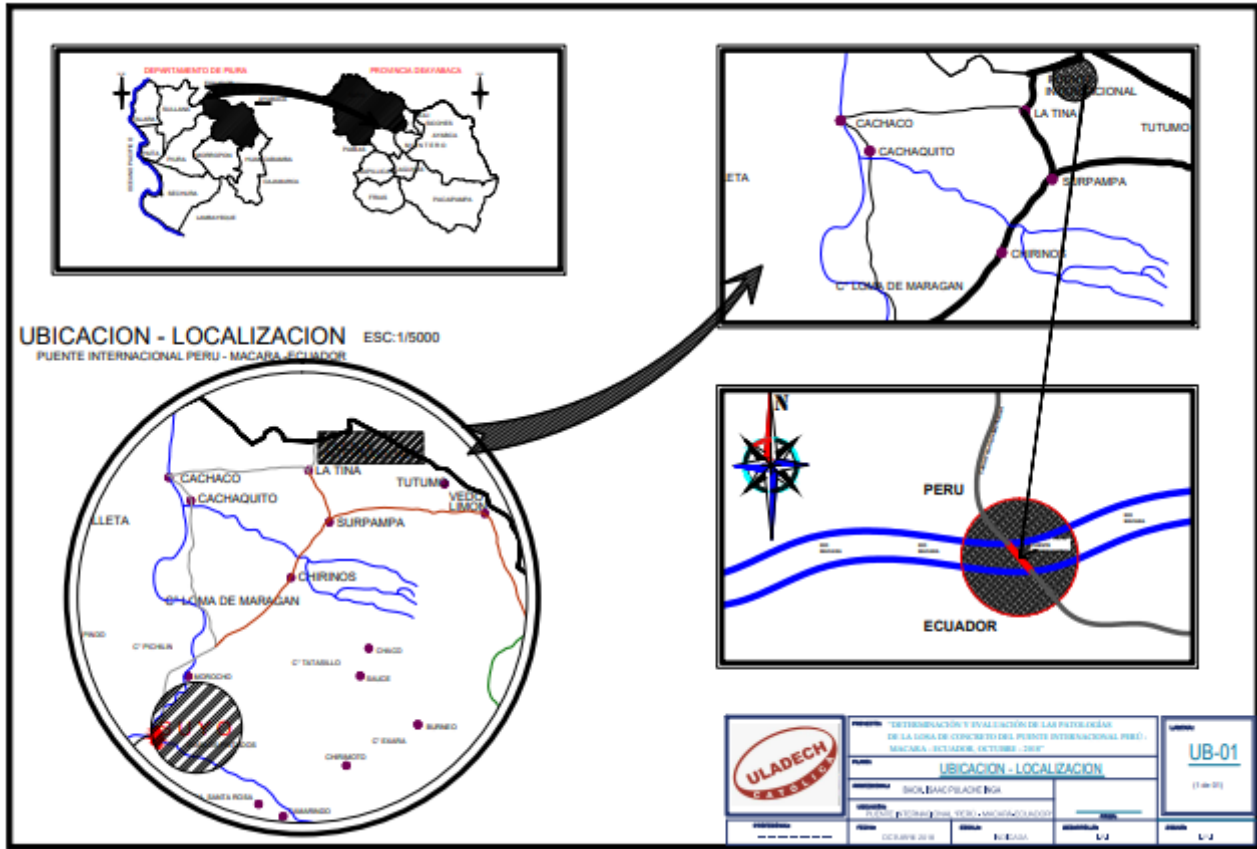
ANEXO N° 02: Foto del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador



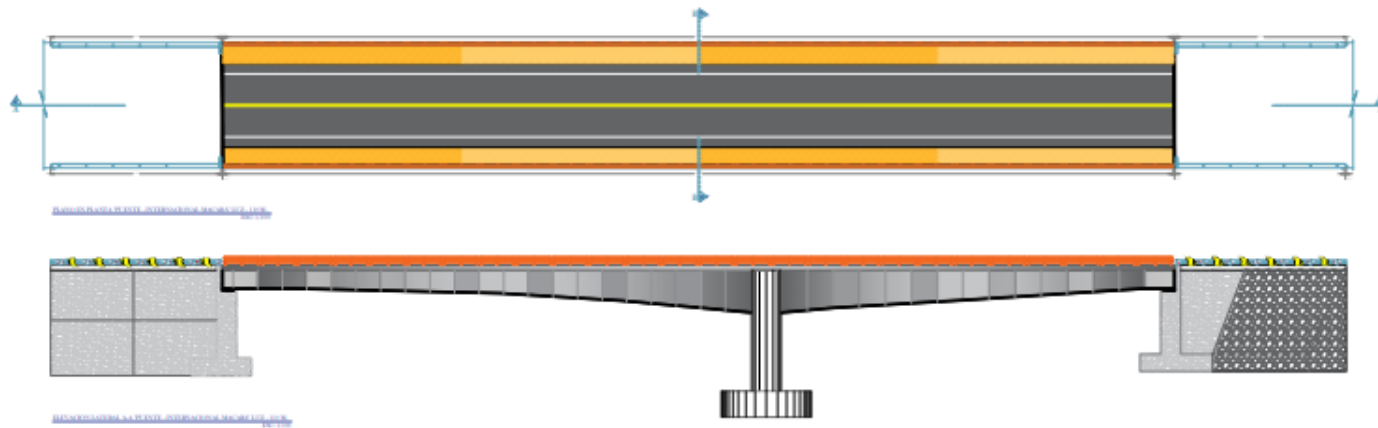
ANEXO N° 03: Foto del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador



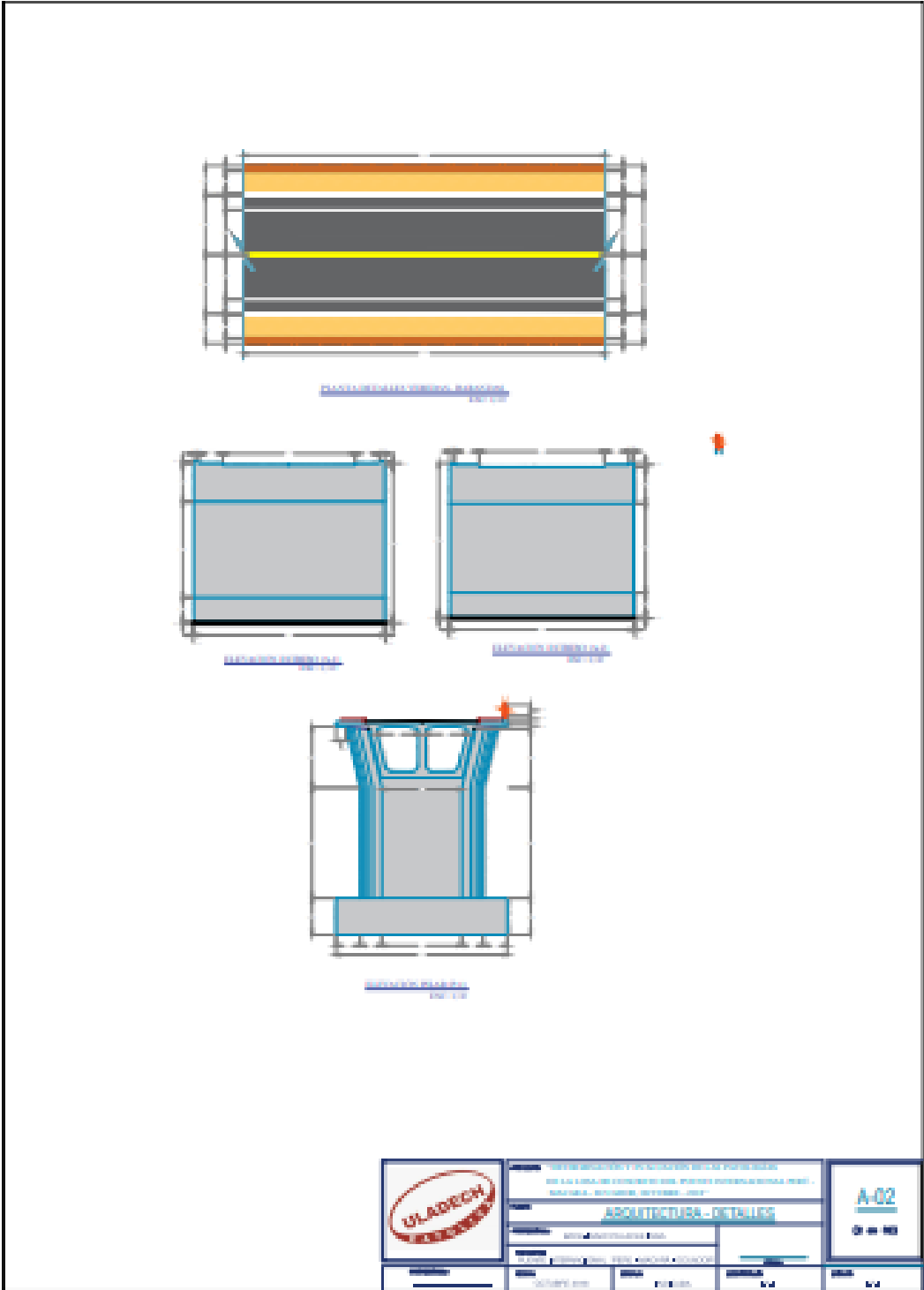
Anexo 04: Plano de Ubicación del Puente Internacional Perú – Macara – Ecuador



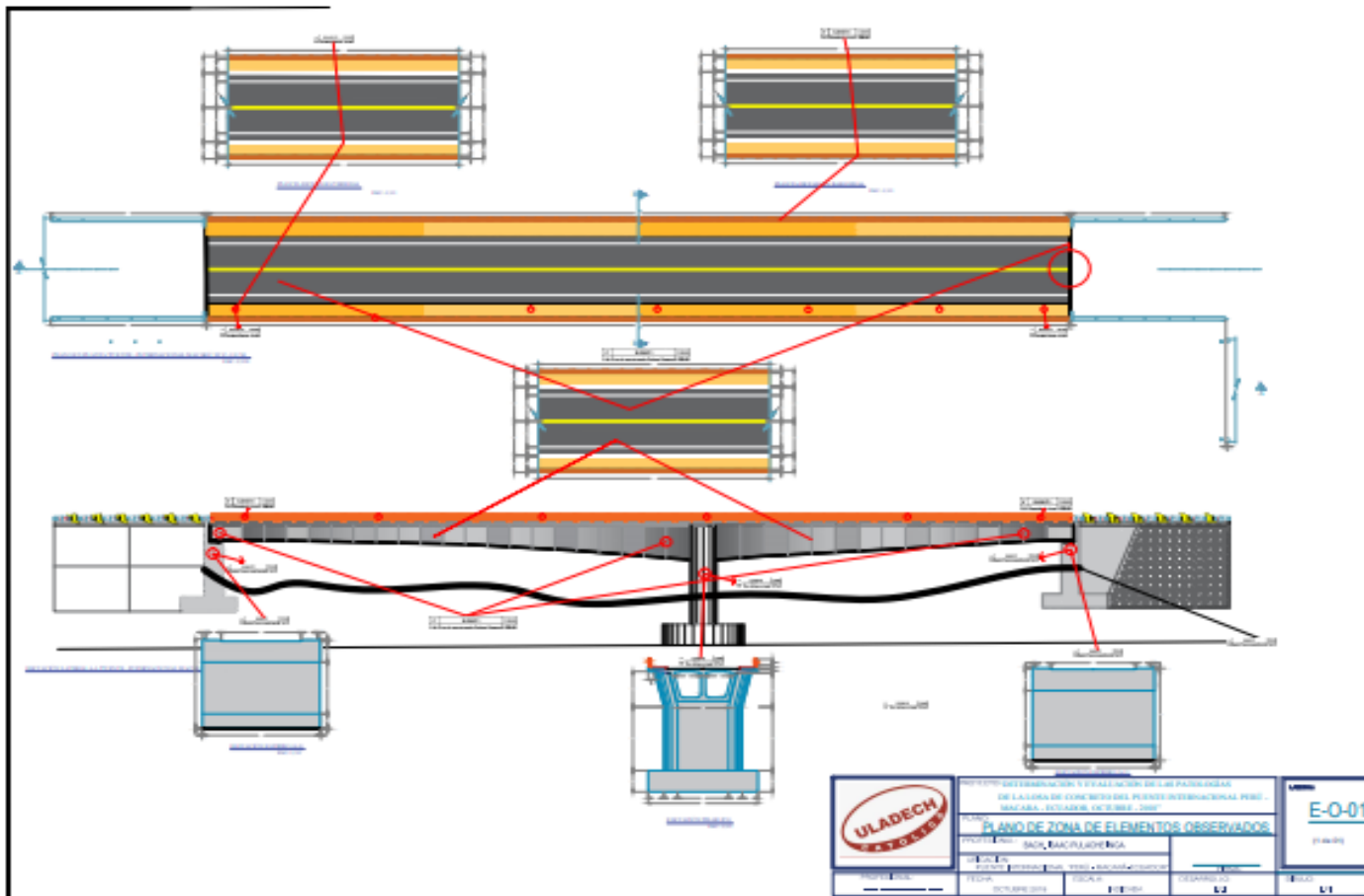
Plano de Ubicación-Ubicación - Localización



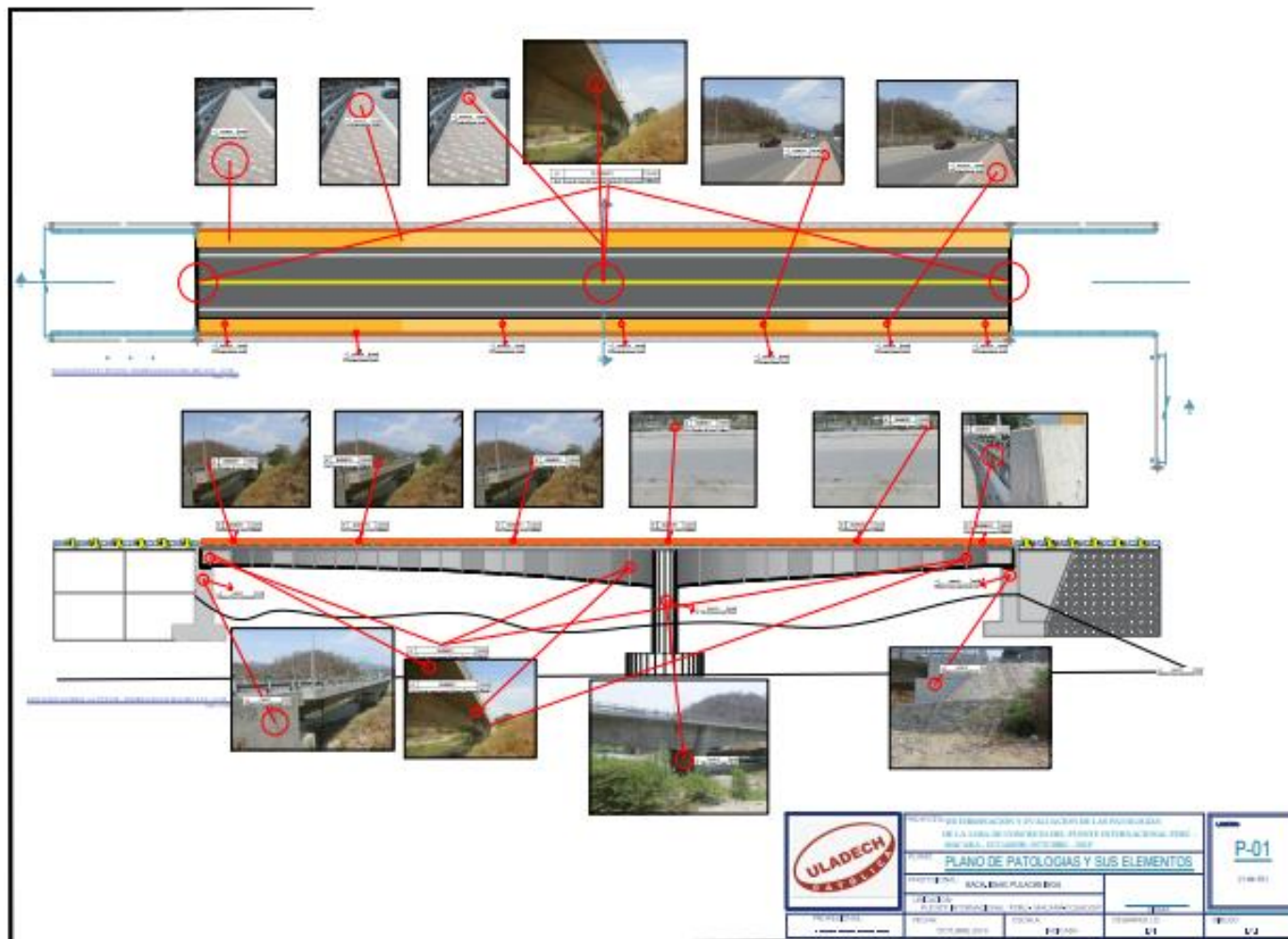
2.- PLANO DE ARQUITECTURA



3.- PLANO ARQUITECTURA-DETALLES



4.- PLANO DE ELEMENTOS OBSERVADOS



5.- PLANO DE PATOLOGIAS