

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PUENTE
PACHACHACA, APLICANDO LAS METODOLOGÍAS
“LOAD AND RESISTANCE FACTOR RATING”
(LRFR) Y “GUIDE SPECIFICATIONS FOR LRFD
SEISMIC BRIDGE DESIGN”**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR:

Bach. BACA DELGADO, ALMENDRA TATIANA
Bach. SERNAQUÉ NIETO, KATHERINE ADRIANA

Asesor: Ing. BASILIO VALQUI, JOSE MANUEL

LIMA-PERÚ

2019

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a mis padres Martín y Yudy, a mis hermanas Daysi y Jhetsamyra y a todas las personas que forman parte de mi vida por brindarme ese apoyo continuo y desinteresado.

Almendra T. Baca Delgado

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres por enseñarme que con esfuerzo y dedicación puedo cumplir cada uno de los objetivos que me trazo en la vida. A mi hermana por su apoyo constante en cada decisión que tomo.

Katherine A. Sernaqué Nieto

AGRADECIMIENTOS

A nuestra familia por el apoyo incondicional en nuestra formación como seres humanos y profesionales.

A nuestro asesor el Ingeniero José Basilio Valqui por la enseñanza constante y el tiempo brindado en el proceso y culminación de la presente investigación.

Al Ingeniero Luis Fernando Manrique Chávez, por su apoyo y conocimientos que permitieron puntualizar conceptos fundamentales en este trabajo de investigación.

INDICE GENERAL

RESUMEN	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción y formulación del problema general y específico.....	2
1.1.1 Problema General.....	2
1.1.2 Problemas Específicos	2
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 Delimitación.....	4
1.4 Justificación e Importancia	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	5
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	5
2.1.2 Antecedentes Nacionales	6
2.2 Bases Teóricas.....	8
2.2.1 Teoría General de Puentes	8
2.2.2 Elementos de un puente	8
2.2.3 Clasificación de Puentes	10
2.2.4 Puentes Continuos.....	11
2.2.5 Puentes Compuestos	12
2.3 Conceptualización para inspección de puentes.....	13
2.3.1 Aspectos Generales de inspección	13
2.3.2 Inspecciones para la evaluación	13
2.3.3 Frecuencia de Inspección	14
2.3.4 Acciones para detectar daños	14
2.4 Conceptualización de la evaluación de la superestructura.....	15
2.4.1 Metodología Load and Resistance Factor Rating (LRFR)	15
2.4.1.1 Ecuación general del Factor de Clasificación	16
2.4.1.2 Capacidad Nominal (Rn).....	17

2.4.1.3	Carga Muerta.....	19
2.4.1.4	Carga Viva.....	20
2.4.1.5	Cargas de diseño	20
2.4.1.6	Cargas legales.....	23
2.4.1.7	Cargas Permitidas.....	24
2.5	Conceptualización de la evaluación de la subestructura	24
2.5.1	Metodología AASHTO Guide Specifications for LRFD	
	Seismic Bridge Design.....	24
2.5.1.1	Peligro Sísmico	25
2.5.1.2	Espectro de diseño.....	25
2.5.1.3	Diseño de Espectro de Respuesta.....	29
2.5.1.4	Coeficiente de Respuesta Sísmico Elástico.....	29
2.5.1.5	Efectos de Sitio.....	30
2.5.1.6	Clase de Sitio.....	31
2.5.1.7	Factores de sitio.....	31
2.5.1.8	Selección de la Categoría de Diseño Sísmico	33
2.5.1.9	Análisis Estático No Lineal.....	35
2.5.1.10	Curva de Capacidad	35
2.5.1.11	Modelo bilineal de la curva de capacidad	35
2.5.1.12	Niveles de desempeño.....	36
2.5.1.13	Clasificación del nivel de desempeño	36
2.5.1.14	Rangos de los niveles de desempeño según el SEAOC.....	37
2.5.1.15	Comportamiento estructural.....	37
CAPÍTULO III:	SISTEMA DE HIPÓTESIS	39
3.1	Sistema de hipótesis	39
3.1.1	Hipótesis General.....	39
3.1.2	Hipótesis específicas.....	39
3.2	Variables	39
3.2.1	Variables Independientes.....	39
3.2.2	Variables Dependientes	40
3.2.3	Operación de Variables.....	40
CAPÍTULO IV:	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	42
4.1	Metodología de la Investigación.....	42
4.2	Tipo de Investigación.....	42

4.3 Nivel de Investigación	42
4.4 Diseño de la investigación	42
4.5 Población y diseño muestral	42
4.6 Técnica e instrumentos de recolección de datos	42
CAPÍTULO V: INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN VISUAL DEL ESTADO	
ACTUAL DEL PUENTE	44
5.1 Descripción general del puente	44
5.2 Ubicación	44
5.3 Características estructurales	45
5.3.1 Tipología estructural del Puente	45
5.3.2 Descripción de la superestructura	46
5.3.3 Descripción de la Subestructura.....	50
5.3.4 Ficha de Inspección.....	51
5.3.5 Registro fotográfico del estado actual del Puente Pachachaca	55
5.4 Características del Puente Pachachaca.....	58
5.4.1 Características generales	58
5.4.2 Características de los materiales	59
5.4.3 Cargas de diseño	59
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN ANALÍTICA DE LA	
SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE PACHACHACA	60
6.1 Modelado del Puente Pachachaca en CSI Bridge	60
6.2 Modelado de la losa en SAP 2000	61
6.3 Análisis de la superestructura (vigas) bajo cargas de gravedad y carga vehicular HL-93	61
6.4 Evaluación de la superestructura aplicando la metodología LRFR	69
6.5 Resistencia Nominal de las vigas.....	70
6.5.1 Calculo del factor de clasificación (RF) De las vigas.....	87
6.6 Análisis de la losa bajo cargas de gravedad y carga vehicular HL-93.....	98
6.7 Evaluación de la losa aplicando la metodología LRFR	102
CAPÍTULO VII: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA	
SUBESTRUCTURA DEL PUENTE PACHACHACA	112
7.1 Análisis sísmico de la subestructura (pilares)	112
7.1.1 Espectro de respuesta	112
7.2 Evaluación estructural de la subestructura (pilares)	121

CAPÍTULO VIII: PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN	
DE RESULTADOS	136
8.1 Discusión de resultados.....	142
8.2 Contratación de hipótesis	144
CONCLUSIONES	147
Anexo 1: Planos del puente Pachachaca	
Anexo 2: Memoria descriptiva: “Creación de muros de encausamiento para defensa ribereña, en la localidad de Pachachaca, distrito de Yauli – Yauli – Junín”	
Anexo 3: Modelado del puente Pachachaca	
Anexo 4: Procedimiento para definir el espectro de respuesta	
Anexo 5: Panel fotográfico	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Componentes de un puente.....	10
Figura 2: Sección típica de una superestructura compuesta de puentes en vigas en I	13
Figura 3: Camión de diseño para la carga vehicular HL-93	21
Figura 4: Tándem de diseño	21
Figura 5: Carga de carril	22
Figura 6: Combinaciones de sobrecarga vehicular	22
Figura 7: Mapa de isoaceleraciones espectrales, periodo estructural 0.0 seg (PGA).....	26
Figura 8: Mapa de isoaceleraciones espectrales, periodo estructural 1.0 seg	27
Figura 9: Mapa de isoaceleraciones espectrales, periodo estructural 0.2 seg	28
Figura 10: Espectro de Respuesta del AASHTO	29
Figura 11: Diagrama de flujo del procedimiento de diseño sísmico.....	34
Figura 12: Gráfico de Curva de Capacidad	35
Figura 13: Modelo bilineal de la curva de capacidad	36
Figura 14: Vista general del Puente Pachachaca.....	44
Figura 15: Ubicación del puente	45
Figura 16: Vista general del Puente Pachachaca.....	45
Figura 17: Losa del Puente.....	46
Figura 18: Sección transversal del tablero	46
Figura 19: Perfil transversal de la calzada	47
Figura 20: Secciones de vigas de acero que forman el tablero	47
Figura 21: Diagrama Interior	48
Figura 22: Diafragma sobre estribos	48
Figura 23: Diafragmas D1, D2, D3 y D4	49
Figura 24: Barandas del Puente.....	49
Figura 25: Estribos	50
Figura 26: Pilares	50
Figura 27: Muro de contención	51
Figura 28: Vista general de la carretera de ingreso al Puente Pachachaca	55
Figura 29: Vista frontal del puente Pachachaca	55
Figura 30: Vista del ingreso al Puente Pachachaca.....	56
Figura 31: Vista de la subestructura del Puente Pachachaca	56
Figura 32: Vista de las vigas metálicas del Puente Pachachaca.....	57

Figura 33: Resanes de fisuras en la zona de estribos	57
Figura 34: Modelo 3D del puente Pachachaca.....	60
Figura 35: Modelo del Puente con visualización de los carriles	60
Figura 36: Modelo 2D de la sección transversal	61
Figura 37: Momentos máximos por efectos de las cargas permanentes en la viga exterior.....	62
Figura 38: Momentos máximos por efectos de las cargas permanentes en la viga exterior.....	64
Figura 39: Momentos máximos por efectos de las cargas permanentes en la viga exterior.....	65
Figura 40: Momentos máximos por efectos de las cargas permanentes en la viga exterior.....	67
Figura 41: Momentos máximos por efectos de las cargas permanentes en la viga exterior.....	68
Figura 42: Sección compuesta y características principales de la viga principal exterior	70
Figura 43: Ubicación del eje neutro para una sección compuesta con flexión positiva....	71
Figura 44: Ubicación del eje neutro para una sección compuesta con flexión negativa...	74
Figura 45: Sección compuesta y características principales de la viga principal interior	77
Figura 46: Sección compuesta y características principales de la viga principal interior compuesta con refuerzo existente	82
Figura 47: Sección transversal de la losa del puente.....	98
Figura 48: Modelamiento de la losa en el sentido transversal en el SAP 2000	98
Figura 49: Peso propio de la losa en SAP 2000	99
Figura 50: Carga de vereda en SAP 2000	100
Figura 51: Carga para baranda en SAP 2000	100
Figura 52: Carga de asfalto en SAP 2000	100
Figura 53: Definición del Vehículo 1.....	101
Figura 54: Definición del vehículo 2	101
Figura 55: Diagrama de momentos flectores por peso propio	102
Figura 56: Diagrama de momentos flectores por carga de vereda.....	102
Figura 57: Diagrama de momentos flectores por carga de baranda.....	103
Figura 58: Diagrama de momentos flectores por carga de asfalto.....	104

Figura 59: Diagrama de momentos flectores por carga vehicular 1	104
Figura 60: Diagrama de momentos flectores por carga vehicular 2	105
Figura 61: Mapa de isoaceleraciones espectrales suelo tipo B, AASHTO 2014 (Roca). Periodo estructural de 0.0 seg (PGA = 0.51 g).....	112
Figura 62: Mapa de isoaceleraciones espectrales suelo tipo B, AASHTO 2014 (Roca). Periodo estructural de 0.2 seg (Ss = 1.26 g).....	113
Figura 63: Mapa de isoaceleraciones espectrales suelo tipo B, AASHTO 2014 (Roca). Periodo estructural de 1.0 seg (S1 = 0.50 g).	113
Figura 64: Espectro de Respuesta	114
Figura 65: Primera forma de modo del puente.....	117
Figura 66: Diagrama general de cortantes en el puente para sismo x.....	117
Figura 67: Diagrama general de cortantes en el puente para sismo y.....	118
Figura 68: Desplazamientos elásticos producidos por el sismo x.....	119
Figura 69: Desplazamientos elásticos producidos por el sismo y.....	120
Figura 70: Modelamiento de la sección transversal del pilar en SAP 2000.....	121
Figura 71: Diagrama de interacción para la dirección M33.....	122
Figura 72: Diagrama de interacción para la dirección M22.....	122
Figura 73: Diagrama de fuerzas axiales en los pilares centrales para la combinación de SISMO DIN Y	123
Figura 74: Diagrama de momento curvatura para pilar central bajo carga axial (P= -30.3287 t) de la combinación SISMO DIN Y.....	124
Figura 75: Diagrama de fuerzas axiales en el pilar extremo para la combinación de SISMO DIN X.....	124
Figura 76: Diagrama de momento curvatura para pilar extremo bajo carga axial (P= -5.1069t) de la combinación SISMO DIN X.....	125
Figura 77: Curva de capacidad en la dirección X-X del pilar 1	127
Figura 78: Curva de capacidad en la dirección Y-Y del pilar 1	127
Figura 79: Curva de capacidad en la dirección X-X del pilar 2.....	128
Figura 80: Curva de capacidad en la dirección Y-Y del pilar 2.....	128
Figura 81: Curva de capacidad en la dirección X-X del pilar 3.....	129
Figura 82: Curva de capacidad en la dirección Y-Y del pilar 3.....	129
Figura 83: Curva de capacidad en la dirección X-X del pilar 4.....	130
Figura 84: Curva de capacidad en la dirección Y-Y del pilar 4.....	130
Figura 85: Ubicación del punto de desempeño para el pilar 1 en la dirección X-X	132

Figura 86: Ubicación del punto de desempeño para el pilar 1 en la dirección Y-Y	132
Figura 87: Ubicación del punto de desempeño para el pilar 2 en la dirección X-X	133
Figura 88: Ubicación del punto de desempeño para el pilar 2 en la dirección Y-Y	133
Figura 89: Ubicación del punto de desempeño para el pilar 3 en la dirección X-X	134
Figura 90: Ubicación del punto de desempeño para el pilar 3 en la dirección Y-Y	134
Figura 91: Ubicación del punto de desempeño para el pilar 4 en la dirección X-X	135
Figura 92: Ubicación del punto de desempeño para el pilar 4 en la dirección Y-Y	135
Figura 93: Asignación de carga vehicular en el tablero	137

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Factores de sistema: ϕ s para Efectos Axiales y de Flexión.....	18
Tabla 2: Factores de carga muerta según el tipo de puente y combinación carga	19
Tabla 3: Factores de cargas para las cargas legales	23
Tabla 4: Definiciones de clases de sitio	31
Tabla 5: Valores de F_{pga} y F_a en función de la clase de sitio y la aceleración pico máximo del suelo o coeficiente de aceleración espectral para periodos cortos	32
Tabla 6: Valores de F_v en función de la clase de sitio y el coeficiente de aceleración espectral mapeado a 1 segundo de periodo	32
Tabla 7: Partición de las categorías de diseño sísmico A, B, C y D.....	33
Tabla 8: Rango de niveles de desempeño	37
Tabla 9: Variables independientes.....	40
Tabla 10: Variables dependientes	41
Tabla 11: Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	43
Tabla 12: Formato para inventario de puentes.....	52
Tabla 13: Formato para inventario de puentes.....	53
Tabla 14: Formato de inventario de puentes.....	54
Tabla 15: Momentos máximos separados por casos de carga en sección compuesta	62
Tabla 16: Momentos máximos producidos por efectos de las cargas permanentes y HL-93 en sección compuesta con refuerzo existente	63
Tabla 17: Momentos máximos por efectos de las cargas permanentes en la viga exterior en sección compuesta.....	64
Tabla 18: Momentos máximos separados por casos de carga en sección compuesta con refuerzo existente.....	65
Tabla 19: Momentos máximos por efectos de las cargas permanentes en la viga exterior en sección compuesta.....	66
Tabla 20: Momentos máximos separados por casos de carga en sección compuesta con refuerzo existente.....	66
Tabla 21: Momentos máximos por efectos de las cargas permanentes en la viga exterior en sección compuesta.....	67
Tabla 22: Momentos máximos separados por casos de carga en sección compuesta con refuerzo existente.....	68

Tabla 23: Momentos máximos por efectos de las cargas permanentes en la viga exterior en sección compuesta.....	69
Tabla 24: Momentos máximos separados por casos de carga en sección compuesta con refuerzo existente.....	69
Tabla 25: Fórmulas para el cálculo del Momento plástico a flexión positiva	71
Tabla 26: Cuadro de ecuaciones de fuerzas para el cálculo del momento plástico a flexión positiva de la viga principal exterior.....	72
Tabla 27: Fórmulas para el cálculo del Momento plástico a flexión negativa	74
Tabla 28: Cuadro de ecuaciones de fuerzas para el cálculo del momento plástico a flexión negativa de la viga principal exterior.....	75
Tabla 29: Cuadro de ecuaciones de fuerzas para el cálculo del momento plástico a flexión positiva de la viga principal interior sección interior.....	78
Tabla 30: Cuadro de ecuaciones de fuerzas para el cálculo del momento plástico a flexión negativa de la viga principal interior sección interior.....	80
Tabla 31: Cuadro de ecuaciones de fuerzas para el cálculo del momento plástico a flexión positiva de la viga principal interior compuesta con refuerzo existente.....	82
Tabla 32: Cuadro de ecuaciones de fuerzas para el cálculo del momento plástico a flexión negativa de la viga principal interior compuesta con refuerzo existente.....	84
Tabla 33: Evaluación del RF para el nivel Inventario para la viga compuesta exterior izquierda	88
Tabla 34: Evaluación del RF para el nivel Inventario para la viga compuesta exterior izquierda con refuerzo existente que coinciden con los pilares 1 y 2	89
Tabla 35: Evaluación del RF para el nivel Inventario para la viga compuesta exterior izquierda con refuerzo existente que coinciden con los pilares 3 y 4	89
Tabla 36: Evaluación del RF para el nivel Inventario para la viga compuesta interna 1	90
Tabla 37: Evaluación del RF para el nivel Inventario para la viga compuesta interna con refuerzo existente que coinciden con los pilares 1 y 2	91
Tabla 38: Evaluación del RF para el nivel Inventario para la viga compuesta interna con refuerzo existente que coinciden con los pilares 3 y 4	91
Tabla 39: Evaluación del RF para el nivel Inventario para la viga compuesta interna 2.....	92

Tabla 40: Evaluación del RF para el nivel Inventario para la viga compuesta interna 2 con refuerzo existente que coinciden con los pilares 1 y 2	93
Tabla 41: Evaluación del RF para el nivel Inventario para la viga compuesta interna 2 con refuerzo existente que coinciden con los pilares 3 y 4	93
Tabla 42: Evaluación del RF para el nivel Inventario para la viga compuesta interna 3	94
Tabla 43: Evaluación del RF para el nivel Inventario para la viga compuesta interna 3 con refuerzo existente que coinciden con los pilares 1 y 2	95
Tabla 44: Evaluación del RF para el nivel Inventario para la viga compuesta interna 3 con refuerzo existente que coinciden con los pilares 3 y 4	95
Tabla 45: Evaluación del RF para el nivel Inventario para la viga externa compuesta derecha	96
Tabla 46: Evaluación del RF para el nivel Inventario para la viga externa compuesta derecha con refuerzo existente que coinciden con los pilares 1 y 2	97
Tabla 47: Evaluación del RF para el nivel Inventario para la viga externa compuesta derecha con refuerzo existente que coinciden con los pilares 1 y 2	97
Tabla 48: Cargas permanentes (DC)	99
Tabla 49: Cargas permanentes (DW)	99
Tabla 50: Cuadro de momentos flectores en franja externa e interna por peso propio	102
Tabla 51: Cuadro de momentos flectores en franja externa e interna por carga de vereda	103
Tabla 52: Cuadro de momentos flectores en franja externa e interna por carga de baranda	103
Tabla 53: Cuadro de momentos flectores en franja externa e interna por carga de asfalto	104
Tabla 54: Cuadro de momentos flectores en franja externa e interna por carga vehicular 1	104
Tabla 55: Cuadro de momentos flectores en franja externa e interna por carga vehicular 2	105
Tabla 56: Cuadro para hallar el ancho de franja equivalente	106
Tabla 57: Cuadro para hallar el ancho de franja equivalente	106
Tabla 58: Resumen de momentos actuantes en la losa para la franja interior	107
Tabla 59: Resumen de momentos actuantes en la losa para la franja exterior	108

Tabla 60: Cantidad de acero de la losa en la franja externa	108
Tabla 61: Cálculo del momento resistente de la losa en la franja externa	108
Tabla 62: Cantidad de acero de la losa en la franja interior	109
Tabla 63: Cálculo del momento resistente de la losa en la franja interior	109
Tabla 64: Capacidad de la losa en franja exterior e interior para el estado límite de inventario.....	110
Tabla 65: Cálculo de RF a flexión para el tramo externo e interno para el estado límite de inventario.....	110
Tabla 66: Capacidad de la losa en franja exterior e interior para el estado límite de operación	111
Tabla 67: Cálculo de RF a flexión para el tramo externo e interno para el estado límite de operación	111
Tabla 68: Parámetros sísmicos	114
Tabla 69: Porcentaje de masa participativa (Modo 1-54).....	115
Tabla 70: Porcentaje de masa participativa (Modo 55-110).....	116
Tabla 71: Cuadro de fuerza cortante y momento flector para sismo x	118
Tabla 72: Cuadro de fuerza cortante y momento flector para sismo y	118
Tabla 73: Cuadro de desplazamiento inelásticos producidos por el sismo x.....	119
Tabla 74: Cuadro de desplazamiento inelásticos producidos por el sismo Y.....	120
Tabla 75: Selección de la categoría de Diseño Sísmico	126
Tabla 76: Ratio demanda/capacidad	131
Tabla 77: Formato para la condición de los elementos	136
Tabla 78: Momento nominal de vigas de acero	137
Tabla 79: Factores de clasificación (RF) nivel de inventario para la viga exterior izquierda	138
Tabla 80: Factores de clasificación (RF) nivel de inventario para la viga interna 1	138
Tabla 81: Factores de clasificación (RF) nivel de inventario para la viga interna 2	139
Tabla 82: Factores de clasificación (RF) nivel de inventario para la viga interna 3	139
Tabla 83: Factores de clasificación (RF) nivel de inventario para la viga exterior derecha.	139
Tabla 84: Factores de clasificación (RF) nivel de inventario para la losa	140
Tabla 85: Factores de clasificación (RF) nivel de operación para la losa	140
Tabla 86: Tabla de demanda-capacidad del Puente Pachachaca	141

RESUMEN

La presente tesis tiene como finalidad realizar la evaluación estructural del puente Pachachaca a nivel de la superestructura y subestructura por medio del uso de las normativas internacionales tales como “LOAD AND RESISTANCE FACTOR RATING” (LRFR) provista en el Manual para evaluación de puentes (MBE, por sus siglas en inglés) y la “AASHTO GUIDE SPECIFICATIONS FOR LRFD SEISMIC BRIDGE DESIGN 2011”.

En consecuencia, a la necesidad de contar con información actualizada del estado en el que se encuentra el puente Pachachaca, el cual es un puente compuesto y continuo de 108.5 m del año 1962 diseñado bajo la sobrecarga de diseño H20 y S16, se realizó una inspección y evaluación visual, para saber el nivel de condición que tiene el puente. Luego, se aplicó la metodología del LRFR para determinar la capacidad del puente (superestructura) frente a la sobrecarga de diseño vigente (HL-93). Del mismo modo, se procedió a ejecutar un análisis sísmico basado en lo descrito en la guía de especificaciones de diseño sísmico de puentes para la subestructura y lograr tener una evaluación completa del estado actual del puente en estudio.

Finalmente, de acuerdo a las a las normativas mencionadas anteriormente se concluye que el puente Pachacha tiene la capacidad frente a la nueva sobrecarga de diseño y demanda sísmica exigida, dado ello no requiere de un reforzamiento.

Palabras Claves: Factor de clasificación, capacidad, comportamiento estructural, análisis sísmico, inspección visual, sobrecarga, evaluación de puentes.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to carry out the structural evaluation of the Pachachaca bridge at the superstructure and substructure level through the use of international regulations such as “LOAD AND RESISTANCE FACTOR RATING” (LRFR) provided in the Bridge Evaluation Manual (MBE), for its acronym in English) and the “AASHTO GUIDE SPECIFICATIONS FOR LRFD SEISMIC BRIDGE DESIGN 2011”.

Consequently, the need to have updated information on the state in which the Pachachaca bridge is located, which is a composite and continuous bridge of 108.5 m in 1962 designed under the design overload H20 and S16, an inspection was carried out and visual evaluation, to know the level of condition that the bridge has. Then, the LRFR methodology was applied to determine the capacity of the bridge (superstructure) against the current design overload (HL-93). In the same way, a seismic analysis was carried out based on what is described in the guide of seismic design specifications of bridges for the substructure and to have a complete evaluation of the current state of the bridge under study.

Finally, according to the regulations mentioned above, it is concluded that the Pachacha bridge has the capacity to face the new design overload and seismic demand required, given that it does not require reinforcement.

Keywords: Classification factor, capacity, structural behavior, seismic analysis, visual inspection, overload, bridge evaluation.

INTRODUCCIÓN

El Perú presenta una gran brecha en infraestructura, sin embargo, en los últimos años se está incrementando paulatinamente el presupuesto en el sector de transportes, lo cual generará la construcción de carreteras, puentes, túneles viales, etc.

La red vial nacional está conformada por 26 792 km tanto en sus ejes longitudinales como en los transversales y variantes, dentro de las mismas hay puentes que ayudan a conectar quebradas, cruzar ríos, etc.

Centrándonos en lo que nos corresponde en estas redes viales se hará la construcción de un aproximado de 700 puentes definitivos y modulares distribuidos en todos los departamentos del país, sin embargo, así como se viene propulsando la construcción de nuevas estructuras, también se está dejando de lado el tema de monitoreo continuo de los puentes existentes, lo cual no contribuye al avance que se quiere lograr, debido a que gran parte de estos fueron construidos hace muchos años atrás y bajo distintas normativas con empleo de otras sobrecargas de diseño. En la actualidad esos puentes son transitados por un mayor volumen de vehículo o por vehículos de mayor peso del que fueron diseñados produciendo el deterioro continuo de los mismos ocasionando que estos queden vulnerables y pongan en riesgo la vida de las personas que hacen uso de esas vías.

La elaboración de esta tesis pretende impulsar la ejecución de otros trabajos de investigación de los tantos puentes que hasta ahora no se tiene ningún registro de evaluaciones estructurales para así de este modo contribuir con el desarrollo de nuestro país.

La estructura de la tesis se centró en la evaluación del puente Pachachaca de las siguientes características: es un puente compuesto (losa de concreto y vigas de acero) y continuo con 108.5 m de luz, con cuatro pilares dobles de concreto; el trabajo de cálculo se dividió en dos campos muy marcados la evaluación de la superestructura y el de la subestructura bajo el empleo de la normativa del “AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS 2014” y la “AASHTO GUIDE SPECIFICATIONS FOR LRFD SEISMIC BRIDGE DESIGN 2011” respectivamente, con el fin de obtener resultados que nos indiquen si la estructura se encuentra en buenas condiciones o necesita ser reforzado y/o hasta ser remplazado.