

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Evaluación del comportamiento mecánico, mediante modelos
de plasticidad y fractura, del viaducto en Juliaca – 2024**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Linzes Willi Cajia Cajia
Edgar Torres Yampara

Asesor:

Dr. Edwin Parillo Escarsena

Juliaca, Junio del 2026

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Dr. Edwin Parillo Escarsena, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO, MEDIANTE MODELOS DE PLASTICIDAD Y FRACTURA, DEL VIADUCTO EN JULIACA – 2024.”** de los autores: Linzes Willi Cajia Cajia y Edgar Torres Yampara, tiene un índice de similitud de 19 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los 22 días del mes de junio del año 2026.



Dr. Edwin Parillo Escarsena
ASESOR

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a.....9..... día(s) del mes de.....junio..... del año 2020....., siendo las.....11:20..... horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del/la (de la) presidente(a):

Mtro. Leonel Chahuares Pauca, el (la) secretario(a): Mg. Herson Dierly
 Pari Qui y los demás miembros: Mg. Arnaldo Gohui Galarza
 y el (la) asesor(a) Dr. Edwin Parillo Escamena

..... con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:

Evaluación del comportamiento mecánico, mediante modelos de plasticidad y fractura, del viaducto en Juliaca - 2024.

del(los) bachiller/es: a) Yirzes Willi Pajia Pajia

b) Edgar Torres Yampara

c).

.....conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Civil
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Linzes Willi Cajia Cajia

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	16	B	Bueno	Muy Bueno

Bachiller (b): Edgar Torres Yampara

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	16	B	Bueno	Muy Bueno

Bachiller (c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a _____
Asesor/a _____
Bachiller (a) _____

Miembro

Bachiller (b)

Secretario/a

Miembro

Bachiller (c)

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
2. MODELOS CONSTITUTIVOS.....	7
2.1. Modelo constitutivo del concreto	7
2.1.1. Comportamiento a tensión.....	7
2.1.2. Comportamiento a compresión.....	8
2.1.3. Interacción tracción – compresión	10
2.2. Modelo constitutivo del acero	10
2.2.1. Descripción de la curva teórica.....	10
2.2.2. Deformación asociada al pandeo de barras	12
3. METODOLOGÍA	12
4. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO DE CASO	13
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
5.1. Análisis modal	14
5.2. Tipos de elementos utilizados	14
5.3. Características de los materiales	15
5.4. Modos de vibración	15
5.5. Análisis Pushover.....	16
5.6. Condiciones de prueba	16
5.7. Punto de desempeño	16
5.8. Curva de capacidad	18
5.9. Bilinealización de las curvas de capacidad	19
5.10. Desempeño estructural.....	19
5.11. Agrietamiento de la estructura	21
5.12. Limitaciones del estudio.....	21
6. CONCLUSIONES	22
7. REFERENCIAS	22
ANEXOS	25

Evaluación del comportamiento mecánico, mediante modelos de plasticidad y fractura, del viaducto en Juliaca – 2024.

Linzes Willi Cajia Cajia ^{a*} , Edgar Torres Yampara ^{a*} , Edwin Parillo Escarsena ^a 

^a Universidad Peruana Unión

Emails: linzes.cajia@upeu.edu.pe, edgar.torres@upeu.edu.pe, edwin.parillo@upeu.edu.pe

* Corresponding author

Abstract

The present study aimed to evaluate the mechanical behavior of the Juliaca viaduct using nonlinear plasticity and fracture models. The research was conducted under a quantitative approach, with an applied type and explanatory scope, employing a non-experimental design based on numerical simulations using the finite element method. For this purpose, the constitutive model Total Strain Crack Model (TSCM) was used, which allows representing crack evolution and the tension–compression interaction in quasi-brittle materials such as concrete. As a result, the seismic analysis, performed through capacity curves, showed a stable and functional structural behavior. In the X direction, a maximum strength of 265.74 tonf with a displacement of 0.242 m was obtained, while in the Y direction, values of 115.54 tonf and 0.198 m were reached, respectively. Furthermore, the bilinearization of the curves made it possible to identify yield points of $d_y = 0.0101$ m and $V_y = 153.44$ tonf in X, and $d_y = 0.0145$ m and $V_y = 83.57$ tonf in Y, with performance displacements lower than the limits established by ASCE 41-23. Maximum strains in steel and concrete remained within the minimal damage range, confirming the absence of significant structural degradation and a predominantly elastic response. In conclusion, the TSCM model proved to be suitable for damage simulation and seismic performance assessment, constituting a reliable tool for structural analysis and maintenance management in concrete bridges.

Keywords

Structural analysis, mechanical behavior, fracture models, plasticity models, total strain crack model, viaduct.