

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

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

**“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD
ESTRUCTURAL A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA DEL
PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, LÁMUD,
AMAZONAS.”**

Autor: Bach. Juan Carlos Mendoza Olivares

Asesor: Ing. Emanuel Tafur Revilla

CHACHAPOYAS - PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mi señora madre Rosa Etelinda Olivares Arévalo, por su enseñanza y su apoyo incomparable; a ella se la dedico esta Tesis.

Juan Carlos Mendoza olivares

AGRADECIMIENTO

A mi madre y hermanos por el apoyo incondicional que me brindaron, por estar en las buenas y en las malas sujetando mis manos en las duras caídas del camino, brindándome las fuerzas de aliento para seguir adelante en el desarrollo de mi carrera profesional.

A los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de nuestra alma mater, la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, que gracias a sus enseñanzas hoy seremos capaces de enfrentarnos a la vida con sabiduría y valor, adentrándonos al mundo laboral del cual nos preparamos para luchar, aplicar y enseñar todos nuestros conocimientos adquiridos durante nuestra etapa universitaria.

A mi asesor y jurados evaluadores de mi tesis por tomarse ese tiempo de corregir, evaluar y brindarme su apoyo para sacar adelante este proyecto.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D. Jorge Luis Maicelo Quintana

Rector

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres

Vicerrector Académico

Dra. María Nelly Luján Espinoza

Vicerrectora de Investigación

Ph.D. Ricardo Edmundo Campos Ramos

Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL A PIVEL DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, LAHUB, AMAZONAS. del egresado MENDOZA DUARÉS JUAN CARLOS de la Facultad de INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 14 de MARZO de 2024

emanuel tafur revilla @IE

Firma y nombre completo del Asesor

EMANUEL TAFUR REVILLA

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



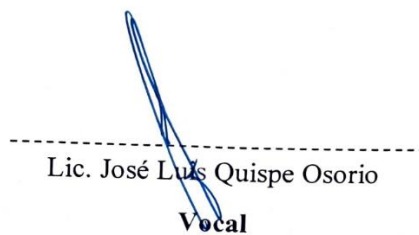
Arq. Guillermo Arturo Díaz Jáuregui

Presidente



Ing. John Hilmer Saldaña Núñez

Secretario



Lic. José Luis Quispe Osorio

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL A NIVEL DE SUPREESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, CANTO, AMAZONAS.

presentada por el estudiante () egresado (X) JUAN CARLOS HENDDZA OUVARES
de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL
con correo electrónico institucional 7662760242@untrm.edu.pe

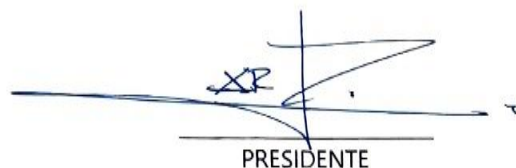
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

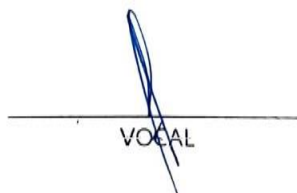
- a) La citada Tesis tiene 19 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 10 de mayo del 2024


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

REPORTE DE TURNITIN

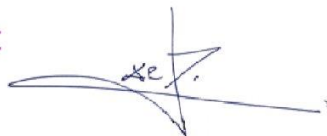
Informe de Tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

19% INDICE DE SIMILITUD	19% FUENTES DE INTERNET	6% PUBLICACIONES	9% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	documents.mx Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	1%
9	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	



Arg. GUILLERMO A. DIAZ JAUREGUI

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 23 de Mayo del año 2024, siendo las 7:00 horas, el aspirante: Juan Carlos Mendoza Olivares, asesorado por Ing. Emanuel Tajor Revilla defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural a Nivel de Superestructura del Puente Carrozable San Jorlin, Sanud, Amazonas, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ing. Guillermo Arturo Draz Lavogui

Secretario: Ing. John Hipner Saldana Nona

Vocal: Lic. José Luis Quirpe Osario

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.


Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional; en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 8:00 PM horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	v
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	vi
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS	vii
REPORTE DE TURNITIN	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	ix
ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
I. INTRODUCCIÓN	18
II. MATERIALES Y MÉTODOS	20
2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	20
2.2. UNIVERSO MUESTRAL	20
2.3. METODOLOGÍA.	22
2.4. TÉCNICAS Y FORMATOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	24
2.5. ANÁLISIS DE DATOS.	24
III. RESULTADOS:.....	25
3.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS FALLAS, PATOLOGÍAS Y DAÑOS EN LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, LÁMUD.....	25

3.1.1.	Unidad de análisis uno (U-1), correspondiente a la vereda peatonal derecha.	29
3.1.2.	Unidad de análisis dos (U-2), correspondiente a la vereda peatonal izquierda.	30
3.1.3.	Unidad de análisis tres (U-3), correspondiente a la viga principal izquierda.	31
3.1.4.	Unidad de análisis cuatro (U-4), correspondiente a la viga principal derecha.	32
3.1.5.	Unidad de análisis cinco (U-5), correspondiente a la viga diafragma.....	33
3.1.6.	Unidad de análisis seis (U-6), correspondiente al tablero.	34
3.1.7.	Unidad de análisis siete (U-7), correspondiente a la losa inferior margen derecho. .	35
3.1.8.	Unidad de análisis ocho (U-8), correspondiente a la losa margen izquierdo.....	36
3.2.	ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA (ESCLERÓMETRO O MARTILLO DE REBOTE).....	37
3.3.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN. .	48
3.4.	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL.	64
IV.	DISCUSIÓN.....	68
V.	CONCLUSIONES.	70
VI.	RECOMENDACIONES.....	72
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	73
	ANEXOS	76
	FICHAS DE INSPECCIÓN	76
	FOTOGRAFÍAS DE CAMPO	85
	ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN EL SOFTWARE SAP 2000	92
	PLANOS	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de valoración para el cálculo de la vulnerabilidad estructural.....	23
Tabla 2. Grado de vulnerabilidad.....	23
Tabla 3. Nivel de vulnerabilidad.....	24
Tabla 4. Daños y patologías encontrados en la vereda peatonal derecha.....	29
Tabla 5. Daños y patologías encontrados en la vereda peatonal izquierda.....	30
Tabla 6. Daños y patologías encontrados en la viga principal izquierda.....	31
Tabla 7. Daños y patologías encontradas en la viga principal derecha.....	32
Tabla 8. Daños y patologías encontrados en las vigas diafragmas.....	33
Tabla 9. Daños y patologías encontrados en el tablero.....	34
Tabla 10. Daños y patologías encontradas en la losa inferior margen derecha.....	35
Tabla 11. Daños y patologías encontrados en la losa inferior margen izquierdo.....	36
Tabla 12. Aplicación del esclerómetro en viga principal derecha.....	39
Tabla 13. Aplicación del esclerómetro en la viga principal izquierda.....	40
Tabla 14. Aplicación del esclerómetro en la viga diafragma.....	42
Tabla 15. Aplicación del esclerómetro en la losa.....	43
Tabla 16. Resumen de las resistencias a la compresión del concreto.....	44
Tabla 17. Resistencias obtenidas de las diferentes edades del concreto del puente San Martín.	47
Tabla 18. Geometría de los elementos de la superestructura.....	50
Tabla 19. Cargas actuantes sobre la losa en voladizo.....	52
Tabla 20. Cargas actuantes sobre la viga principal.....	53
Tabla 21. Factores para carga permanentes.....	57
Tabla 22. Factores y combinaciones de carga.....	58
Tabla 23. Resumen de la combinación de cargas con los factores aplicados según el AASHTO, 2020.....	59
Tabla 24. Resumen de las deflexiones en metros (m) de la losa.....	61
Tabla 25. Resumen de las deflexiones en metros (m) de la viga principal.....	62
Tabla 26. Resumen de las deflexiones en metros (m) de la viga diafragma.....	63
Tabla 27. Valoración de las características estructurales.....	64
Tabla 28. Evaluación del proceso constructivo.....	64

Tabla 29. Evaluación respecto a daños y patologías presentes	65
Tabla 30. Resultado de evaluación de daños y patologías.....	66
Tabla 31. Resumen de la evaluación	66
Tabla 32. Rango y grado de vulnerabilidad	67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Daños y sus respectivas áreas totales en la superestructura del puente San Martin.	37
Gráfico 2. Resistencia media obtenida en la viga principal derecha.....	39
Gráfico 3. Resistencia media obtenida en la viga principal izquierda.	41
Gráfico 4. Resistencia media obtenida de las vigas diafragma.	42
Gráfico 5. Resistencia media obtenida en la losa.....	44
Gráfico 6. Resistencia media del concreto.....	45
Gráfico 7. Estimación de la resistencia del concreto del puente carrozable San Martín a través del tiempo.	48
Gráfico 8. Resumen de los daños y patologías en la superestructura del puente.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación nacional y departamental.	21
Figura 2. Mapa de ubicación provincial y distrital.	21
Figura 3. Desprendimiento del concreto en estructuras	25
Figura 4. Eflorescencia en las estructuras de concreto.....	26
Figura 5. Corrosión del concreto.....	26
Figura 6. Corrosión del acero de refuerzo.	27
Figura 7. Fisuras en el concreto	27
Figura 8. Grietas en las estructuras de concreto.	28
Figura 9. Presencia de humedad en las estructuras.	28
Figura 10. Deflexión en vigas.	29
Figura 11. Rebotes en la viga principal derecha.	38
Figura 12. Rebotes en la viga principal izquierda.....	40
Figura 13. Rebotes en la viga diafragma	41
Figura 14. Rebotes en la losa parte superior.	43
Figura 15. Idealización de la vereda.....	50
Figura 16. Idealización de losa en voladizo.....	52
Figura 17. Idealización de la carga viva vehicular sobre losa en voladizo	52
Figura 18. Viga principal del puente.	53
Figura 19. Vehículo de diseño HL-93	54
Figura 20. Idealización de las ruedas del camión de diseño HL-93.....	55
Figura 21. Idealización de las ruedas traseras del tándem de diseño HL-93.....	55

RESUMEN

Las construcciones de puentes juegan un papel indispensable dentro de la infraestructura vial, tales estructuras salvan claros y permiten conectar un extremo con otro, dando continuidad a las vías, el puente carrozable San Martín de Lámud de concreto armado de 15.00 m de luz, tendido sobre el río Jucusbamba, cuenta con 16 años de vida útil aproximadamente, es así que tal estructura tiene que ser evaluada anualmente según manual de puentes del Perú para garantizar la seguridad vial y peatonal. La investigación realizada tiene como finalidad evaluar la vulnerabilidad estructural a nivel de superestructura del puente carrozable San Martín. Para ello se identificó los diferentes daños y patologías presentes en tal estructura, se verificó el proceso constructivo mediante ensayo no destructivo de esclerometría para estimar la resistencia a la compresión del concreto, y se realizó un análisis estructural utilizando el software SAP 2000; para determinar el grado de vulnerabilidad se utilizó el método del índice de vulnerabilidad adaptada para puentes de Barrantes, (2017). Con respecto a los daños y lesiones encontrados se determinó que estas son leves por lo tanto tiene un peso de 1, nivel bajo; en cuanto al proceso constructivo se le dio un peso de 1, nivel bueno; con respecto a las características estructurales se le dio un peso de 2, nivel aceptable, y finalmente se calculó el índice de vulnerabilidad de 1.4 con la Ecuación (1), y llevando este valor a la Tabla 2, se concluyó que el puente carrozable San Martín de Lámud, tiene un grado de vulnerabilidad estructural bajo a nivel de superestructura.

Palabras clave: puentes, evaluación estructural, superestructura, vulnerabilidad estructural, análisis estructural.

ABSTRACT

Bridge constructions play an indispensable role within the road infrastructure, such structures bridge gaps and allow connecting one end to the other, giving continuity to the roads, the San Martín de Lámud carriage bridge made of reinforced concrete with a span of 15.00 m, laid on The Jucusbamba River has approximately 16 years of useful life, so such structure has to be evaluated annually according to the Peruvian bridge manual to guarantee road and pedestrian safety. The purpose of the research carried out is to evaluate the structural vulnerability at the superstructure level of the San Martín carriage bridge. To do this, the different damages and pathologies present in such a structure were identified, the construction process was verified using non-destructive sclerometry testing to estimate the compressive strength of the concrete, and a structural analysis was carried out using SAP 2000 software; To determine the degree of vulnerability, the vulnerability index method adapted for bridges by Barrantes, (2017) was used. Regarding the damages and injuries found, it was determined that these are minor, therefore it has a weight of 1, low level; Regarding the construction process, it was given a weight of 1, good level; With respect to the structural characteristics, a weight of 2 was given, an acceptable level, and finally the vulnerability index of 1.4 was calculated with Equation (1), and taking this value to Table 2, it was concluded that the San Juan carriage bridge Martín de Lámud, has a low degree of structural vulnerability at the superstructure level.

Keywords: bridges, structural evaluation, superstructure, structural vulnerability, structural analysis.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la construcción de puentes ha logrado ser de gran importancia para el desarrollo de las ciudades, debido a que el fin trascendental por el cual se construyen es el de comunicar dos espacios geográficos distantes, formando parte de una red carreteras. Es por ello que, en la actualidad, la ingeniería y grandeza de los puentes, nos permiten sorprendernos con construcciones antes impensables.

La infraestructura de los puentes, son estructuras magnificas, que por una falla singular en la estructura del proyecto vial generaría la interrupción parcial o total de su transitabilidad, ocasionando considerables e incalculables pérdidas mientras se restituye el normal flujo vehicular y peatonal. Por tal razón estas estructuras deben ser evaluadas anualmente según el ministerio de transportes y comunicaciones en el caso de Perú, esto para garantizar la seguridad del tránsito vehicular y peatonal (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Así mismo las fallas, daños y patologías presentes en una estructura de concreto armado, suelen ser las principales causas para originar un debilitamiento de los elementos, en el caso de los puentes tienden a ser más propensos a sufrir patologías, ya que están desprotegidos a comparación de un edificio que está cubierto. Por lo tanto, es más probable que un puente presente daños en su estructura (Milani & Kripka, 2012).

Así también un proyecto de tesis realizado en la ciudad de Jaén, que mediante un análisis estructural sobre un puente urbano de concreto armado, que tenía una luz igual a 26.00 metros y de 3.60 metros de ancho, en donde indica que esta estructura tiene un alto grado de vulnerabilidad y no por ser una obra de arte antigua sino por el diseño y construcción, debiéndose al proceso constructivo, fallas presentes y comportamiento estructural (Barrantes, 2017).

Suarez, (2020) menciona en su tesis de pregrado sobre el puente Moche, que la estructura presenta una vulnerabilidad sísmica elevada de 86% en la dirección longitudinal, pues esto lo conllevaría a sufrir daños severos y conducirlo al colapso, por lo tanto, esto se debe a que en el momento del diseño y proceso constructivo no se tiene en cuenta los parámetros indicados por la norma de diseño (Norma Peruana).

En Amazonas contamos con un sinnúmero de puentes carrozables y peatonales ya que por la presencia del río Utcubamba, río Jucusbamba, y entre otros, se nos es importante mantener las ciudades y pueblos conectados mediante una red vial que consta de carreteras y puentes que dan acceso a la economía y turismo de la región. Sin ir muy lejos la provincia de Luya, es una de las provincias con mayor acceso turístico, y ya que está en desarrollo económico debido a la misma, de modo que es importante que la red vial que une a los distritos presente un buen estado de transitabilidad.

La ciudad de Lámud cuenta con cinco puentes, dos puentes tendidos sobre la quebrada Gache y tres se tienden sobre el río Jucusbamba uno de ellos es el puente carrozable San Martín que conecta la Av. Alfonso Ugarte con el antiguo estadio municipal. Por lo tanto, es uno de los puentes por el cual las personas y vehículos transitan constantemente, es por ello que a través de la presente investigación se evaluó la superestructura del puente carrozable San Martín, ya que es una estructura que se construyó hace 16 años y amerita realizar una evaluación correspondiente; puesto que, las estructuras de concreto armado resultan ser muy resistentes y duraderas, pero si se realiza un mal diseño o con la mano de obra no calificada puede resultar muy perjudicial en todos los ámbitos (Laucata, 2013; MPT, 1995).

Es por ello que planteo como problema general lo siguiente:

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad estructural del puente Carrozable San Martín de la ciudad de Lámud?, y respondiendo a la problemática mencionada establezco como hipótesis, que “el puente carrozable San Martín presenta un alto grado de vulnerabilidad estructural a nivel de superestructura”.

El presente proyecto de tesis consistió en evaluar la vulnerabilidad estructural a nivel de superestructura del puente carrozable San Martín de 15.00 metros de longitud y 4.90 metros de sección incluyendo veredas, construido de concreto armado, portador de cargas vehiculares y peatonales, el cual tiene una antigüedad de 16 años de vida útil aproximadamente; el estudio está comprendido a nivel de superestructura, donde se identificó las fallas, daños y lesiones presentes, se verificó las especificaciones de los materiales mediante ensayos no destructivos y se realizó un análisis estructural mediante el método de los elementos finitos utilizando el software SAP 2000.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo de investigación

- **Investigación descriptiva:**

La investigación es de tipo descriptiva, puesto que se seleccionan las características fundamentales del objeto de estudio y la descripción detallada de las partes, categorías o clases de dicho objeto. Asimismo, la investigación tiene un enfoque mixto (Borja, 2016).

- **Diseño no experimental**

Esta referido a la recaudación de los datos e información sin hacer contacto directo o manipular los valores de las variables, es decir tal y como se le encuentra en el campo de estudio (Borja, 2016).

La investigación es descriptiva, así como se representa en el siguiente esquema:



Dónde:

M = Muestra (superestructura del puente carrozable San Martín)

O = Observación (ficha de inspección)

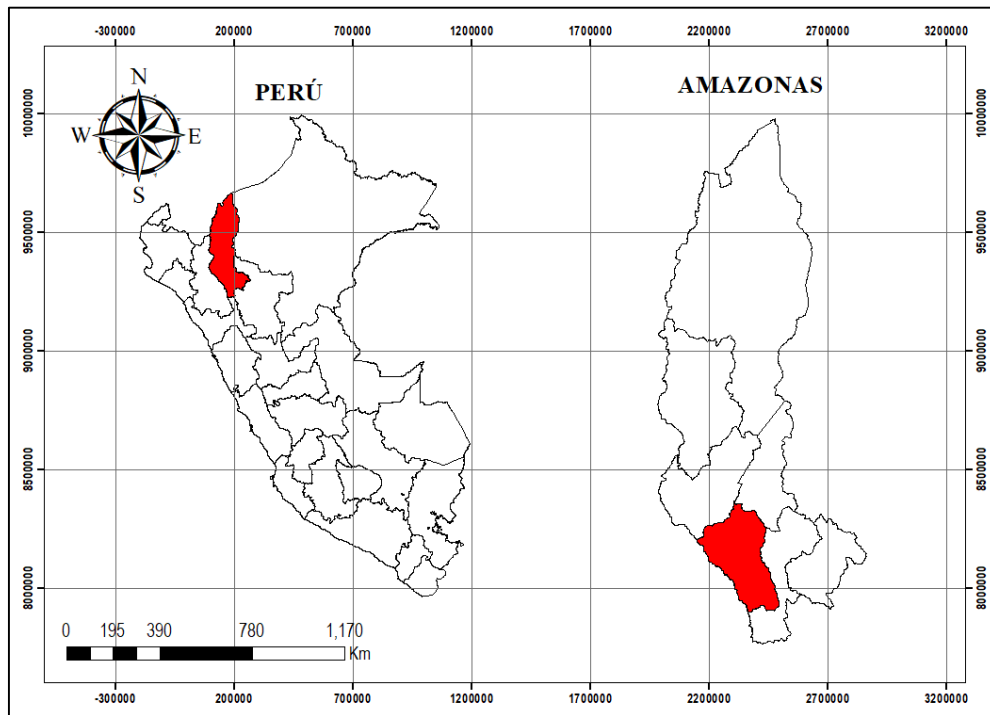
2.2. Universo muestral

- La muestra está dada por el puente Carrozable San Martin de Lamud.

2.2.1. Ubicación del puente carrozable San Martin.

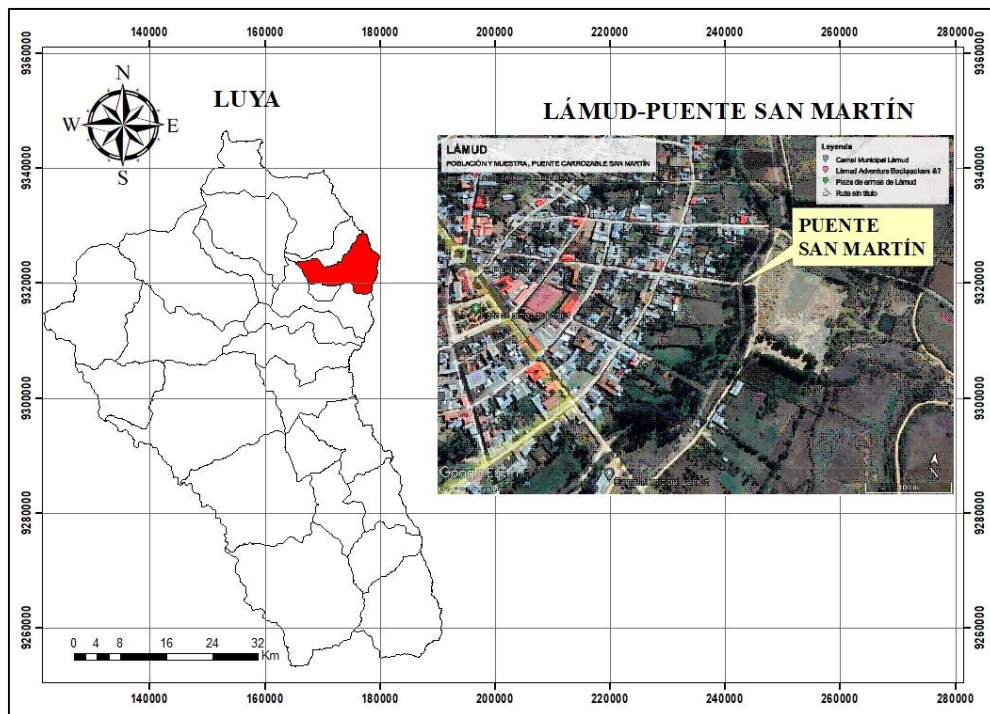
El objeto de estudio se encuentra ubicado en el distrito de Lámud, provincia de Luya, región Amazonas, al norte del Perú.

Figura 1. Mapa de ubicación nacional y departamental.



Fuente: Elaboración propia, software ArcMap 10.8

Figura 2. Mapa de ubicación provincial y distrital.



Fuente: Elaboración propia, software ArcMap 10.8

2.2.2. Variables de estudio.

Por ser una investigación del tipo descriptiva, ésta cuenta con las siguientes variables de estudio.

Independientes:

- Características estructurales
- Procesos constructivos
- Fallas, daño y patologías en la superestructura del puente

Dependiente:

- Vulnerabilidad estructural a nivel de superestructura del puente carrozable San Martín

2.3. Metodología.

Para determinar la vulnerabilidad estructural a nivel de superestructura del puente, se optó por el método del índice de vulnerabilidad adaptada para puentes de Barrantes.

DIAGRAMA DEL MÉTODO

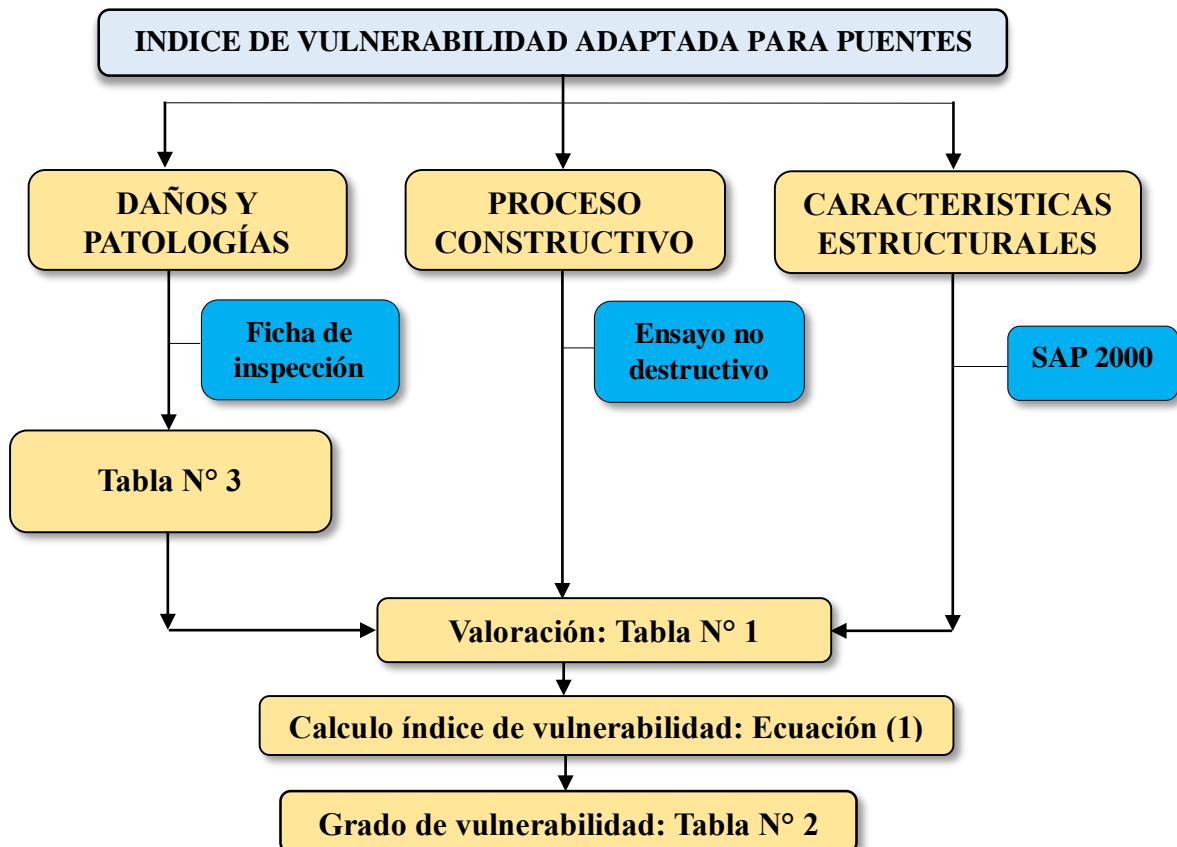


Tabla 1. Tabla de valoración para el cálculo de la vulnerabilidad estructural.

VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES (40%)	Adecuado	1
		Aceptable	2
		Inadecuado	3
		Propenso al colapso	4
	PROCESOS CONSTRUCTIVOS (20%)	Bueno	1
		Regular	2
		Malo	3
		Muy malo	4
	PATOLOGÍAS Y DAÑOS ENCONTRADOS (40%)	Bajo	1
		Regular	2
		Alto	3
		Muy alto	4

Fuente: Barrantes, 2017.

Para el cálculo de la vulnerabilidad estructural se aplicó la siguiente fórmula propuesta por Barrantes.

$$V_E = 0.4 \times CE + 0.2 \times PC + 0.4 \times F \dots \dots \dots (1), \text{ (Barrantes, 2017).}$$

Donde:

V_E = Vulnerabilidad estructural

CE = Características estructurales (Análisis Estructural)

F = Fallas, daños y lesiones

PC = Procesos constructivo

Finalmente, se empleó la **Tabla 2** en donde se estableció el rango numérico de vulnerabilidad y su respectivo grado.

Tabla 2. Grado de vulnerabilidad

RANGO DE VULNERABILIDAD	GRADO DE VULNERABILIDAD
De 1.00 a 1.50	BAJA
De 1.500 a 2.500	MEDIA
De 2.500 a 3.500	ALTA
De 3.500 a mas	MUY ALTA

Fuente: Barrantes, 2017.

Para la evaluación de las **fallas y patologías** se utilizó la **Tabla 3** adaptada para puentes:

Tabla 3. Nivel de vulnerabilidad

VALOR PORCENTUAL	NIVEL	GRADO
$\leq 25\%$	BAJA(B)	1
de 25% a 50%	MEDIA(M)	2
de 50% a 75%	ALTA(A)	3
de 75% a 100%	MUY ALTA(MA)	4

Fuente: Barrantes, 2017.

- B = Vulnerabilidad baja
- M = Vulnerabilidad media
- A = Vulnerabilidad alta
- MA = Vulnerabilidad muy alta.

2.4. Técnicas y formatos de recolección de datos

2.4.1. Técnica utilizada.

- La observación, inspección visual, bibliografías externas.

2.4.2. Formatos de recolección datos.

- Se utilizó la Ficha de Inspección de Barrantes, (2017). Ver anexo

2.5. Análisis de datos.

- Una vez recogidos los datos de campo se analizó aplicando la normativa peruana concernientes a las especificaciones de diseño según el manual de diseño para puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2018). asimismo, se empleó tablas para la evaluación correspondiente.
- Se empleó el software Microsoft Excel para generar las gráficas y tablas mediante el cual se representa el porcentaje de incidencia de las patologías con respecto a su área total de cada unidad de análisis, representando el porcentaje de la vulnerabilidad estructural y el grado de vulnerabilidad presente en el puente de concreto armado de Lámud.
- Se utilizó el software SAP 2000 v.22.1.0 para realizar el modelado estructural de la superestructura del puente.

III. RESULTADOS:

Para la obtención de los resultados se utilizó una ficha de inspección para la identificación de las fallas y patologías presentes en la superestructura del puente, y el programa SAP 2000 v.22.1.0 de acuerdo a mis objetivos planteados, del mismo modo se empleó un esclerómetro modelo ZC3-A para el ensayo no destructivo y determinar la resistencia a la compresión del concreto In Situ.

3.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS FALLAS, PATOLOGÍAS Y DAÑOS EN LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, LÁMUD.

A continuación, se define las diferentes patologías que se presentan en las estructuras de concreto armado y las mismas que incluye la ficha de inspección utilizada en la presente investigación:

Desprendimientos.

Se denomina así a las laminaciones o descascaramientos de la superficie de los elementos de concreto causados por las fuerzas de los agentes externos (López & Salas, 2017).

Figura 3. Desprendimiento del concreto en estructuras



Nota: Tomada del puente San Martín, Lámud, Amazonas.

Eflorescencia.

La eflorescencia es un depósito de sales solubles, que se forma en la superficie de las estructuras de concreto o mampostería. Cuando la sustancia en solución sale del interior del concreto hacia la superficie en forma de sales, generalmente de color blanco. Este

daño puede ser inducida por cualquier humedad sobre la superficie, puesto que el agua es la causante principal de esta patología (López & Salas, 2017).

Figura 4. Eflorescencia en las estructuras de concreto



Fuente: Industrysurfer.

Corrosión del concreto.

Se denomina así al desgaste del concreto por la acumulación de óxidos expansivos en la interface acero-concreto (corrosión del acero), lo que provoca fisuras y desprendimientos (Barrantes, 2017).

Figura 5. Corrosión del concreto.



Fuente: Concreplus

Acero expuesto (corrosión del acero).

Son procesos mediante el cual el acero sufre deterioro y degradación por la exposición al ambiente. El acero sufre ataques de los agentes químicos del ambiente al cual está sometido y empieza a oxidarse y corroerse debilitándose entre sí (Fernández, 1994).

Figura 6. Corrosión del acero de refuerzo.



Fuente: Ingeniería y estructuras troyano.

Fisuras.

Son pequeñas aberturas que se ocasionan en los elementos de concreto armado, que pueden ser longitudinales o transversales a causa de sobrecargas permanentes y/o dinámicas y por la reacción química del concreto durante el fraguado en el proceso constructivo (Fernández, 1994).

Figura 7. Fisuras en el concreto

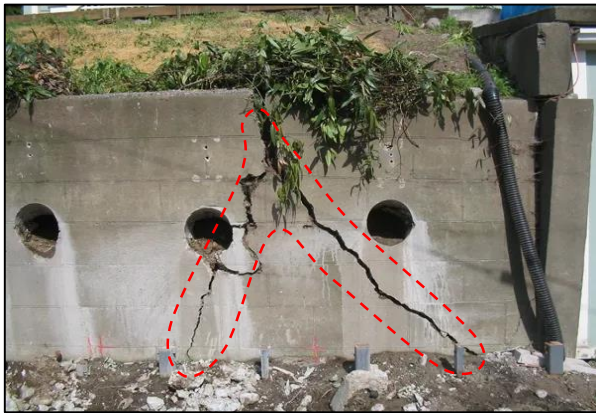


Fuente: Structuralia

Grietas:

A diferencia de las fisuras estas patologías son más profundas, las cuales afecta a toda su sección o a la mayor parte de esta. El elemento estructural afectado queda debilitado quedando sin funcionamiento como tal (GRIETASPARED, 2017)

Figura 8. Grietas en las estructuras de concreto.



Fuente: 360 en concreto

Filtración (humedad).

La humedad es generada por la filtración del agua en los elementos de concreto armado, que su permanencia en las estructuras provoca el debilitamiento de las mismas, este daño es aún más perjudicial cuando llega a coincidir con una fisura de las estructuras y que el agua puede atravesar fácilmente al interior de los elementos estructurales a través de estas, aumentando la vulnerabilidad estructural (Zapata, 2018).

Figura 9. Presencia de humedad en las estructuras.



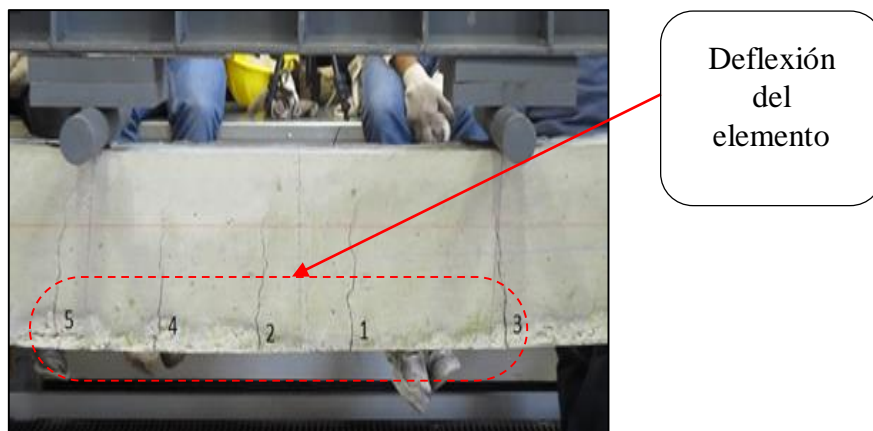
Filtración del
agua

Fuente: ITE Arquitectos.

Deflexión:

Es el pandeo del elemento que puede ser vertical u horizontal, en el cual el elemento se desfasa por las sobrecargas que actúan sobre ella.

Figura 10. Deflexión en vigas.



Fuente: PROYEST Ingeniería.

Para identificar los daños y patologías, se utilizó la técnica de la observación. Para ello se empleó la ficha de inspección de Barrantes Troyes Francisco Godofredo, 2017.

3.1.1. Unidad de análisis uno (U-1), correspondiente a la vereda peatonal derecha.

Tabla 4. Daños y patologías encontrados en la vereda peatonal derecha.

EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN						
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS	
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)
VEREDA PEATONAL DERECHA	10.2	<i>GRIETAS</i>		9.876		96.82%
		<i>FISURAS</i>	0.21		2.06%	
		<i>DESPRENDIMIENTOS</i>	0.043		0.42%	
		<i>DESCASCAMIENTO</i>				
		<i>CORROSION DEL CONCRETO</i>	0.071		0.70%	
		<i>ACERO EXPUESTO</i>				
		<i>FILTRACION(HUMEDAD)</i>				
		<i>EFLORESCENCIA</i>				
		<i>DEFLEXION</i>				
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)
			0.324	9.876	3.18%	96.82%
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			1			

Fuente: Elaboración propia.

El análisis uno corresponde a la vereda peatonal derecha, el cual contempla un área total de 10.20 m².

En el presente elemento se identificó los daños de fisuras con 0.21 m² de área, incidiendo en un 2.06% respecto del área total del elemento, desprendimientos con 0.043 m² de área, incidiendo en un 0.42% respecto del área total del elemento y corrosión del concreto con 0.071 m² de área, incidiendo en un 0.70% respecto del área total del elemento, resultando un área total afecta de 0.324 m² y un área total no afectada de 9.876 m². Asimismo, se calcula un total de área afectada de 3.18% y el área no afectada de 96.82 %, la muestra presenta un **nivel de vulnerabilidad baja, peso 1**, tal como se indica en la Tabla 4, dicho análisis se aprecia con mayor detalle en la Ficha N° 01 de inspección anexada.

3.1.2. Unidad de análisis dos (U-2), correspondiente a la vereda peatonal izquierda.

Tabla 5. Daños y patologías encontrados en la vereda peatonal izquierda.

EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN						
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS	
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)
VEREDA PEATONAL IZQUIERDA	10.2	GRIETAS		10.132		99.33%
		FISURAS				
		DESPRENDIMIENTOS	0.03		0.29%	
		DESCASCAMIENTO				
		CORROSION DEL CONCRETO	0.038		0.37%	
		ACERO EXPUESTO				
		FILTRACION(HUMEDAD)				
		EFLORESCENCIA				
		DEFLEXION				
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)
			0.068	10.132	0.67%	99.33%
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			1			

Fuente: Elaboración propia.

El análisis dos corresponde a la vereda peatonal izquierda, el cual contempla un área total de 10.20 m².

En el presente elemento se identificó las patologías de desprendimientos con 0.03 m² de área, incidiendo en un 0.29% respecto del área total del elemento y corrosión del concreto con 0.038 m² de área, incidiendo en un 0.37% respecto del área total del elemento, resultando un área total afecta de 0.068 m² y un área total no afectada de 10.132 m². Asimismo, se calcula

un total de área afectada de 0.67% y el área no afectada de 99.33 %, la muestra presenta un **nivel de vulnerabilidad baja, peso 1**, tal como se indica en la Tabla 5, dicho análisis se aprecia con mayor detalle en la Ficha N° 02 de inspección anexada.

3.1.3. Unidad de análisis tres (U-3), correspondiente a la viga principal izquierda.

Tabla 6. Daños y patologías encontrados en la viga principal izquierda.

EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN						
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS	
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)
VIGA PRINCIPAL IZQUIERDA	6.30	GRIETAS		5.92		94.00%
		FISURAS				
		DESPRENDIMIENTOS	0.048		0.76%	
		DESCASCAMIENTO	0.29		4.60%	
		CORROSION DEL CONCRETO				
		ACERO EXPUESTO				
		FILTRACION(HUMEDAD)				
		EFLORESCENCIA	0.04		0.63%	
		DEFLEXION				
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)
			0.378	5.92	6.00%	94.00%
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			1			

Fuente: Elaboración propia.

El análisis tres corresponde a la viga principal izquierda, el cual contempla un área total de 6.30 m2.

En el presente elemento se identificó los daños de desprendimientos con 0.048 m2 de área, incidiendo en un 0.76% respecto del área total del elemento, descascamiento con 0.29 m2 de área, incidiendo en un 4.60% respecto del área total del elemento y eflorescencia con 0.04 m2 de área, incidiendo en un 0.63% respecto del área total del elemento, resultando un área total afectada de 0.378 m2 y un área total no afectada de 5.92 m2. Asimismo, se calcula un total de área afectada de 6.00% y el área no afectada de 94.00 %, la muestra presenta un **nivel de vulnerabilidad baja, peso 1**, tal como se indica en la Tabla 6, dicho análisis se aprecia con mayor detalle en la Ficha N° 03 de inspección anexada.

3.1.4. Unidad de análisis cuatro (U-4), correspondiente a la viga principal derecha.

Tabla 7. Daños y patologías encontradas en la viga principal derecha.

EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN						
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS	
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)
VIGA PRINCIPAL DERECHA	6.30	GRIETAS		6.16		97.78%
		FISURAS				
		DESPRENDIMIENTOS				
		DESCASCARAMIENTO	0.14		2.22%	
		CORROSION DEL CONCRETO				
		ACERO EXPUESTO				
		FILTRACION(HUMEDAD)				
		EFLORESCENCIA				
		DEFLEXION				
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)
			0.14	6.16	2.22%	97.78%
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			1			

Fuente: Elaboracion propia.

El análisis cuatro corresponde a la viga principal derecha, el cual contempla un área total de 6.30 m².

En el presente elemento se identificó los daños de descascaramiento con 0.14 m² de área, incidiendo en un 2.22% respecto del área total del elemento, resultando un área total afecta de 0.14 m² y un área total no afectada de 6.16 m². Asimismo, se calcula un total de área afectada de 2.22% y el área no afectada de 97.78 %, la muestra presenta un **nivel de vulnerabilidad baja, peso 1**, tal como se indica en la Tabla 7, dicho análisis se aprecia con mayor detalle en la Ficha N° 04 de inspección anexada.

3.1.5. Unidad de análisis cinco (U-5), correspondiente a la viga diafragma.

Tabla 8. Daños y patologías encontrados en las vigas diafragmas.

EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN						
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS	
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)
VIGAS DIAFRAGMA	3.96	GRIETAS		2.67		67.42%
		FISURAS				
		DESPRENDIMIENTOS	0.07		1.77%	
		DESCASCARAMIENTO				
		CORROSION DEL CONCRETO	0.18		4.55%	
		ACERO EXPUESTO	0.06		1.52%	
		FILTRACION(HUMEDAD)				
		EFLORESCENCIA	0.98		24.75%	
		DEFLEXION				
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)
			1.29	2.67	32.58%	67.42%
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			2			

Fuente: Elaboracion propia.

El análisis cinco corresponde a las vigas diafragmas, el cual contempla un área total de 3.96 m².

En el presente elemento se identificó los daños de desprendimientos con 0.07 m² de área, incidiendo en un 1.77% respecto del área total del elemento, corrosión del concreto con 0.18 m² de área, incidiendo en un 4.55% respecto del área total del elemento, acero expuesto con 0.06 m² de área, incidiendo en un 1.52% respecto del área total del elemento y eflorescencia con 0.98 m² de área, incidiendo en un 24.75% respecto del área total del elemento, resultando un área total afectada de 1.29 m² y un área total no afectada de 2.67 m². Asimismo, se calcula un total de área afectada de 32.58% y el área no afectada de 67.42 %, la muestra presenta un **nivel de vulnerabilidad media, peso 2**, tal como se indica en la Tabla 8, dicho análisis se aprecia con mayor detalle en la Ficha N° 05 de inspección anexada.

3.1.6. Unidad de análisis seis (U-6), correspondiente al tablero.

Tabla 9. Daños y patologías encontrados en el tablero.

EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN						
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS	
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)
TABLERO(TA)	37.40	GRIETAS		30.61		81.84%
		FISURAS				
		DESPRENDIMIENTOS				
		DESCASCARAMIENTO				
		CORROSION DEL CONCRETO	6.55		17.51%	
		ACERO EXPUESTO	0.24		0.64%	
		FILTRACION(HUMEDAD)				
		EFLORESCENCIA				
		DEFLEXION				
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)
			6.79	30.61	18.16%	81.84%
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			1			

Fuente: Elaboración propia.

El análisis seis corresponde al tablero, el cual contempla un área total de 37.40 m².

En el presente elemento se identificó los daños de corrosión del concreto con 6.55 m² de área, incidiendo en un 17.51% respecto del área total del elemento y acero expuesto con 0.24 m² de área, incidiendo en un 0.64% respecto del área total del elemento, resultando un área total afectada de 6.79 m² y un área total no afectada de 30.61 m². Asimismo, se calcula un total de área afectada de 18.16% y el área no afectada de 81.84 %, la muestra presenta un **nivel de vulnerabilidad baja, peso 1**, tal como se indica en la Tabla 9, dicho análisis se aprecia con mayor detalle en la Ficha N° 06 de inspección anexada.

3.1.7. Unidad de análisis siete (U-7), correspondiente a la losa inferior margen derecho.

Tabla 10. Daños y patologías encontradas en la losa inferior margen derecha.

EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN						
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS	
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)
LOSA MARGEN DERECHO	8.25	GRIETAS		7.915		95.94%
		FISURAS				
		DESPRENDIMIENTOS	0.095		1.15%	
		DESCASCAMIENTO				
		CORROSION DEL CONCRETO				
		ACERO EXPUESTO				
		FILTRACION(HUMEDAD)				
		EFLORESCENCIA	0.24		2.91%	
		DEFLEXION				
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)
			0.335	7.915	4.06%	95.94%
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			1			

Fuente: Elaboración propia

El análisis siete corresponde a la losa margen derecho, el cual contempla un área total de 8.25 m².

En el presente elemento se identificó los daños de desprendimientos con 0.096 m² de área, incidiendo en un 1.15% respecto del área total del elemento y eflorescencia con 0.24 m² de área, incidiendo en un 2.91% respecto del área total del elemento, resultando un área total afectada de 0.335 m² y un área total no afectada de 7.915 m². Asimismo, se calcula un total de área afectada de 4.06% y el área no afectada de 95.94 %, la muestra presenta un **nivel de vulnerabilidad baja, peso 1**, tal como se indica en la Tabla 10, dicho análisis se aprecia con mayor detalle en la Ficha N° 07 de inspección anexada.

3.1.8. Unidad de análisis ocho (U-8), correspondiente a la losa margen izquierdo.

Tabla 11. Daños y patologías encontrados en la losa inferior margen izquierdo.

EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN						
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS	
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)
LOSA MARGEN IZQUIERDO	8.25	GRIETAS		7.98		96.73%
		FISURAS				
		DESPRENDIMIENTOS	0.2		2.42%	
		DESCASCARAMIENTO				
		CORROSION DEL CONCRETO				
		ACERO EXPUESTO				
		FILTRACION(HUMEDAD)				
		EFLORESCENCIA	0.07		0.85%	
		DEFLEXION				
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)
			0.27	7.98	3.27%	96.73%
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			1			

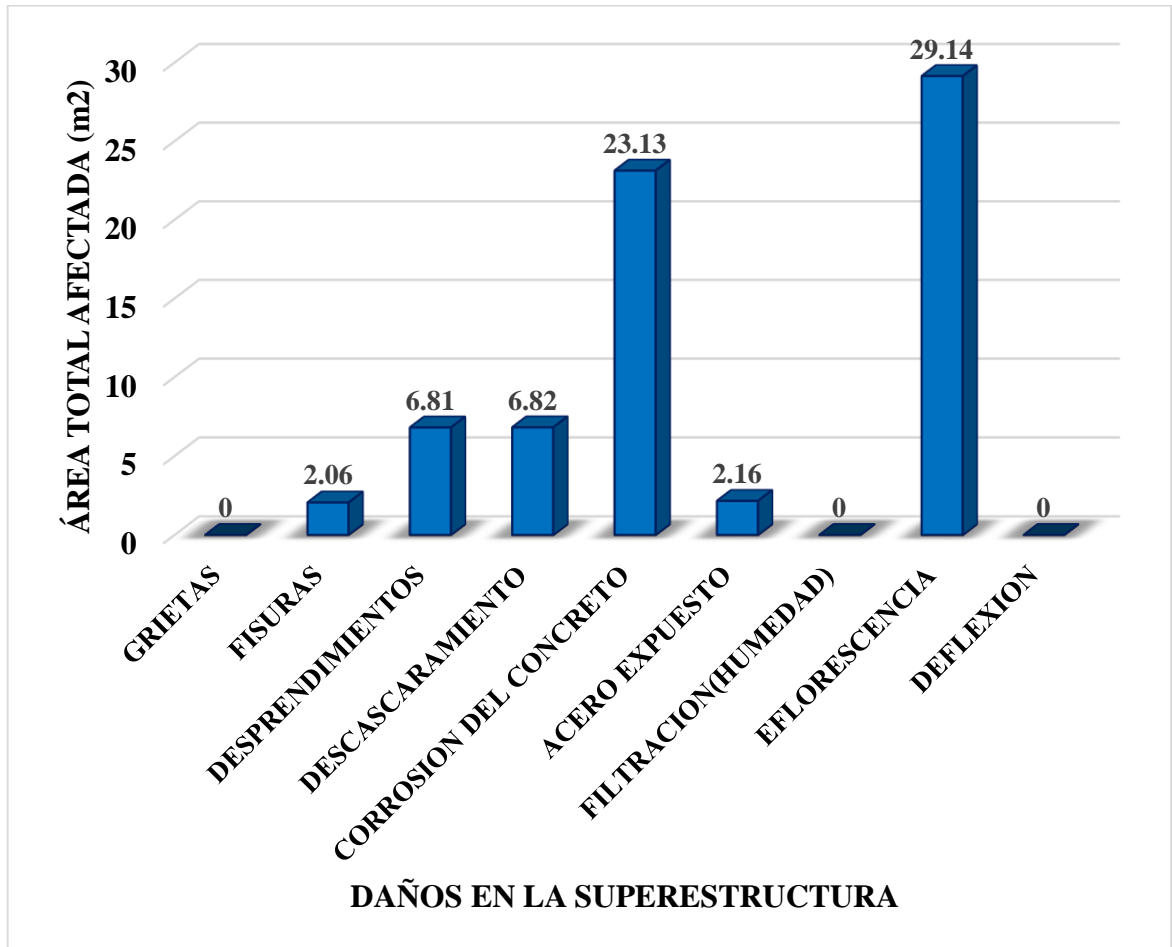
Fuente: Elaboración propia.

El análisis ocho corresponde a la losa margen izquierda, el cual contempla un área total de 8.25 m².

En el presente elemento se identificó los daños de desprendimientos con 0.2 m² de área, incidiendo en un 2.42% respecto del área total del elemento y eflorescencia con 0.07 m² de área, incidiendo en un 0.85% respecto del área total del elemento, resultando un área total afectada de 0.27 m² y un área total no afectada de 7.98 m². Asimismo, se calcula un total de área afectada de 3.27% y el área no afectada de 96.73 %, la muestra presenta un **nivel de vulnerabilidad baja, peso 1**, tal como se indica en la Tabla 11, dicho análisis se aprecia con mayor detalle en la Ficha N° 08 de inspección anexada.

A continuación, se observa los daños con el total de áreas que afectan los elementos de la superestructura del puente.

Gráfico 1. Daños y sus respectivas áreas totales en la superestructura del puente San Martin.



Fuente: Elaboración propia.

3.2. ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA (ESCLERÓMETRO O MARTILLO DE REBOTE).

SE EMPLEÓ EL ENSAYO NO DESTRUCTIVO (ESCLEROMETRÍA) PARA LA ESTIMACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, LAMUD, AMAZONAS.

Para el ensayo se utilizó un esclerómetro modelo ZC3-A, el cual previo a su aplicación se tuvo que emplear un detector de metales en los puntos donde se utilizó el rebote, esto para que no aumentase la resistencia rotundamente si por casualidad se aplicaría donde atraviesa un acero ya sea este vertical y horizontal.

El detector de metales fue un BOSCH, GMS120, Batt. 9v 6LR61, empleando este equipo se pudo detectar los aceros verticales y horizontales en los elementos y puntos donde se aplicó el matillo de rebote, en las páginas siguientes se muestra los resultados obtenidos en los cuatro puntos de aplicación.

Bungey, J., (1997) menciona que inclusive en los ensayos de laboratorio se aprecia una variación de un $\pm 15\%$ en el valor de la resistencia en mezclas iguales, esperando de esta manera una precisión en el índice de rebote medio de $\pm 15 / \sqrt{n}\%$ con una confianza del 95 %.

En conclusión, se puede hacer mención que para un nivel de confiabilidad del 95%, la resistencia a la compresión del concreto obtenida con el esclerómetro podría ser estimada con el siguiente rango de precisión: $f'c \pm 25 \text{ kg/cm}^2$ (Borja, 2018).

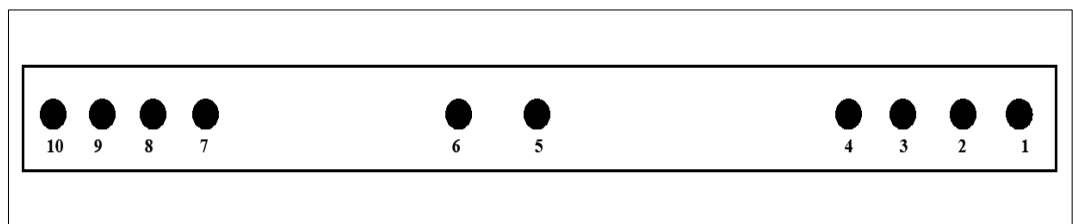
El ensayo no destructivo se realizó en la losa, viga principal derecha, viga principal izquierda, viga diafragma; en cada elemento antes mencionado se aplicó 10 rebotes tal como indica la norma del ASTM, descartando el menor y el máximo valor, se muestra en las páginas siguientes las tablas y gráficos de la aplicación del esclerómetro y la estimación de la resistencia a la compresión del concreto.

La norma ASTM nos brinda criterios de la aplicación del esclerómetro, el cual indica que se tiene que realizar 10 golpes, descartando el valor muy alto y el valor muy bajo, quedando de esta manera 8 rebotes.

3.2.1. Aplicación del esclerómetro en la viga principal derecha.

Se aplicó cuatro golpes a cada extremo y dos golpes en el centro de la viga principal derecha en el lateral derecho, como se aprecia en la figura 11.

Figura 11. Rebotes en la viga principal derecha.



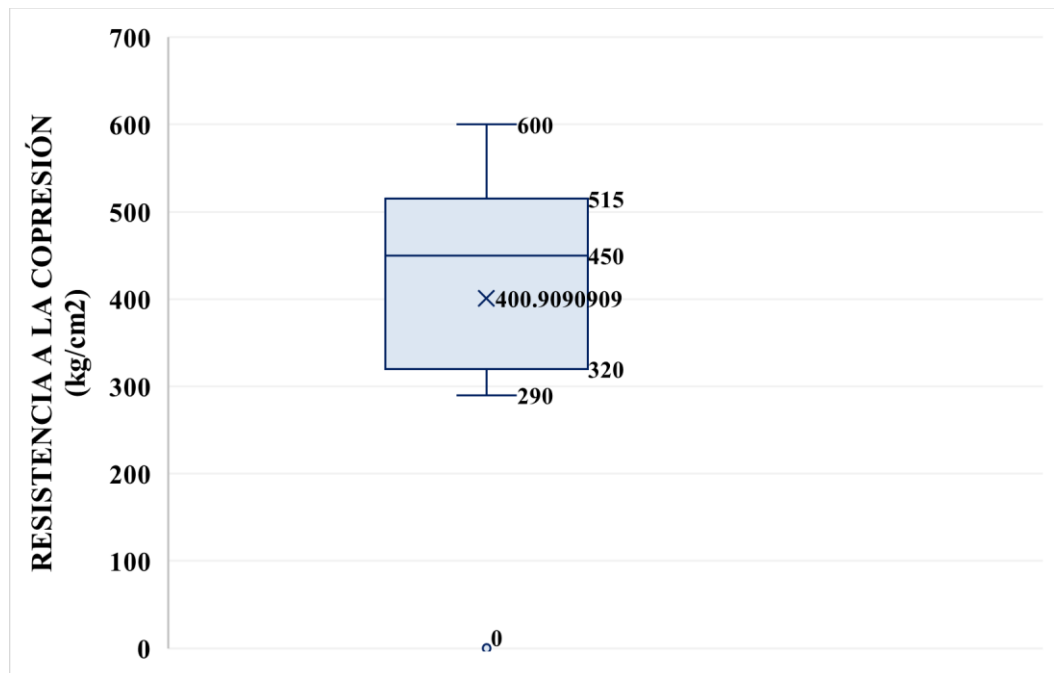
Fuente: Elaboración propia AutoCAD, 2023

Tabla 12. Aplicación del esclerómetro en viga principal derecha

N° LECTURAS	REBOTE	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)
1	57.00	600
2	50.00	515
3	48.00	480
4	44.00	420
5	38.00	320
6	36.00	290
7	50.00	515
8	46.00	450
9	41.00	370
10	46.00	450
Ángulo de Aplicación		0°
Resistencia media		400.91

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2. Resistencia media obtenida en la viga principal derecha



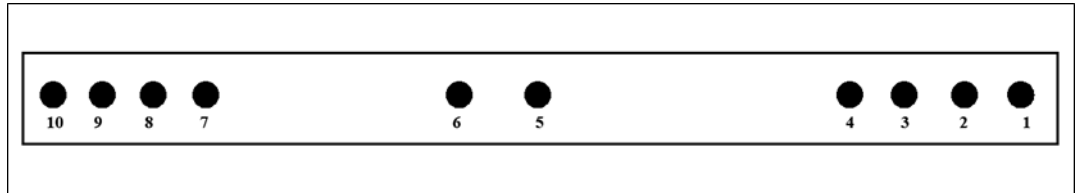
Fuente: Elaboración propia.

- Del Gráfico 2, la resistencia media obtenida de la aplicación del esclerómetro en la viga principal derecha es de $F'c = 400.91 \text{ Kg/cm}^2$.

3.2.2. Aplicación del esclerómetro en la viga principal izquierda.

De igual manera se aplicó cuatro golpes en los extremos y dos golpes en el centro en la viga principal izquierda en el lateral izquierdo, tal como se muestra en la figura 12.

Figura 12. Rebotes en la viga principal izquierda



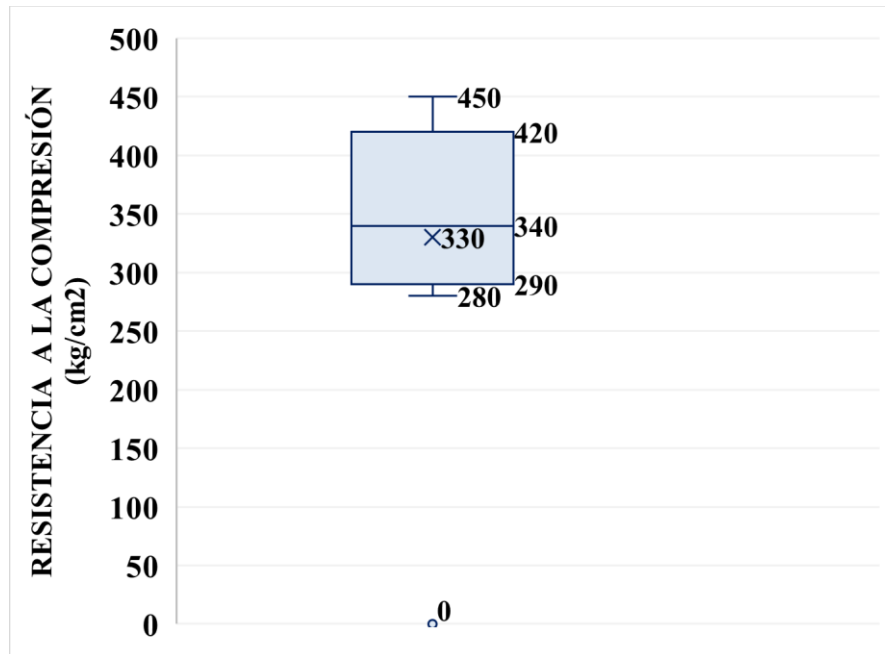
Fuente: elaboración propia.

Tabla 13. Aplicación del esclerómetro en la viga principal izquierda

N° LECTURAS	REBOTE	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)
1	46.00	450
2	42.00	380
3	36.00	290
4	44.00	420
5	46.00	450
6	35.00	280
7	39.00	340
8	38.00	320
9	38.00	320
10	42.00	380
Ángulo de aplicación		0°
Resistencia media		330

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. Resistencia media obtenida en la viga principal izquierda.



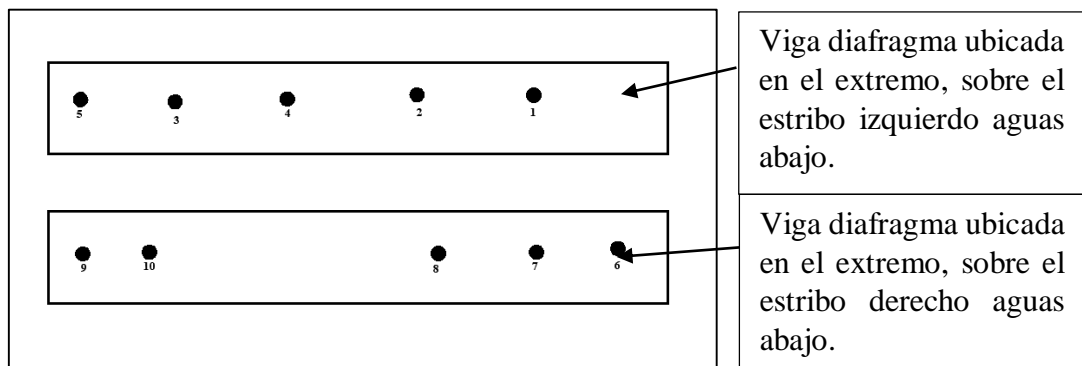
Fuente: Elaboración propia.

- Del gráfico, la resistencia media obtenida de la aplicación del esclerómetro en la viga principal izquierda es de $F'c = 330.00 \text{ Kg/cm}^2$.

3.2.3. Aplicación del esclerómetro en la viga diafragma.

Se aplicó cinco golpes en las vigas diafragmas externas, en la cara frontal como se aprecia en la figura 13.

Figura 13. Rebotes en la viga diafragma



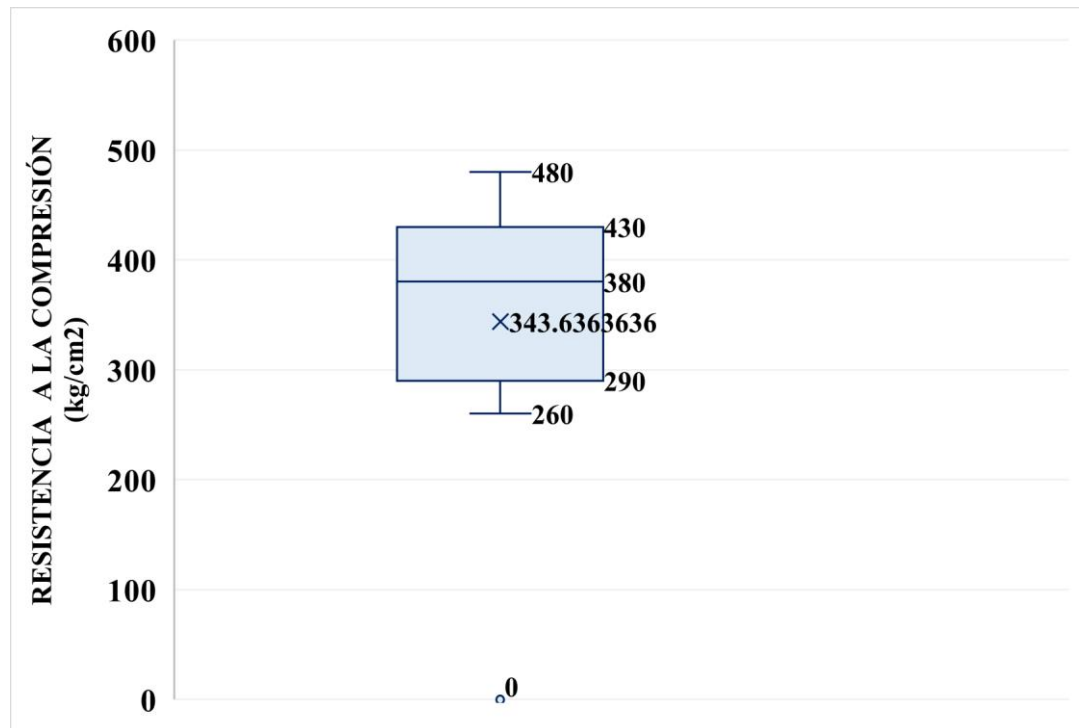
Fuente: AutoCAD, 2023

Tabla 14. Aplicación del esclerómetro en la viga diafragma

N° LECTURAS	REBOTE	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)
1	40.00	350
2	42.00	380
3	42.00	380
4	45.00	430
5	34.00	260
6	36.00	290
7	40.00	350
8	48.00	480
9	45.00	430
10	45.00	430
Ángulo de aplicación		0°
Resistencia media		343.64

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4. Resistencia media obtenida de las vigas diafragma.



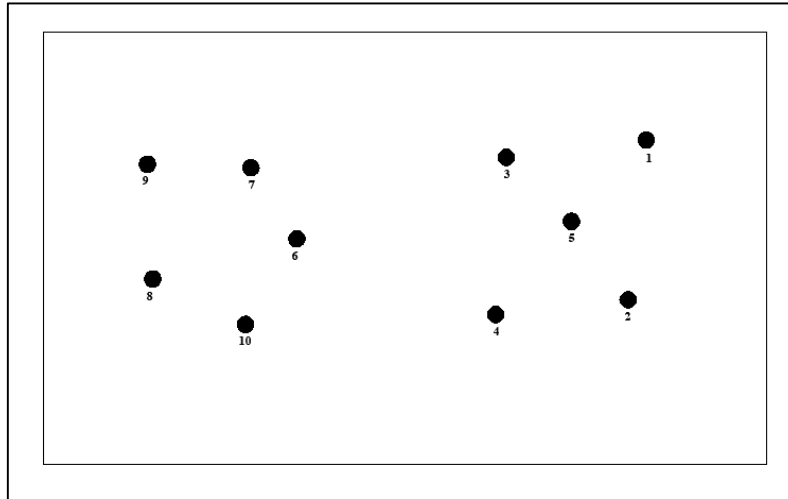
Fuente: Elaboración propia.

- Del gráfico, la resistencia media obtenida de la aplicación del esclerómetro en la viga diafragma es de $F'c = 343.64 \text{ Kg/cm}^2$.

3.2.4. Aplicación del esclerómetro en la losa.

Se aplicó los 10 golpes en la losa parte superior (rasante).

Figura 14. Rebotes en la losa parte superior.



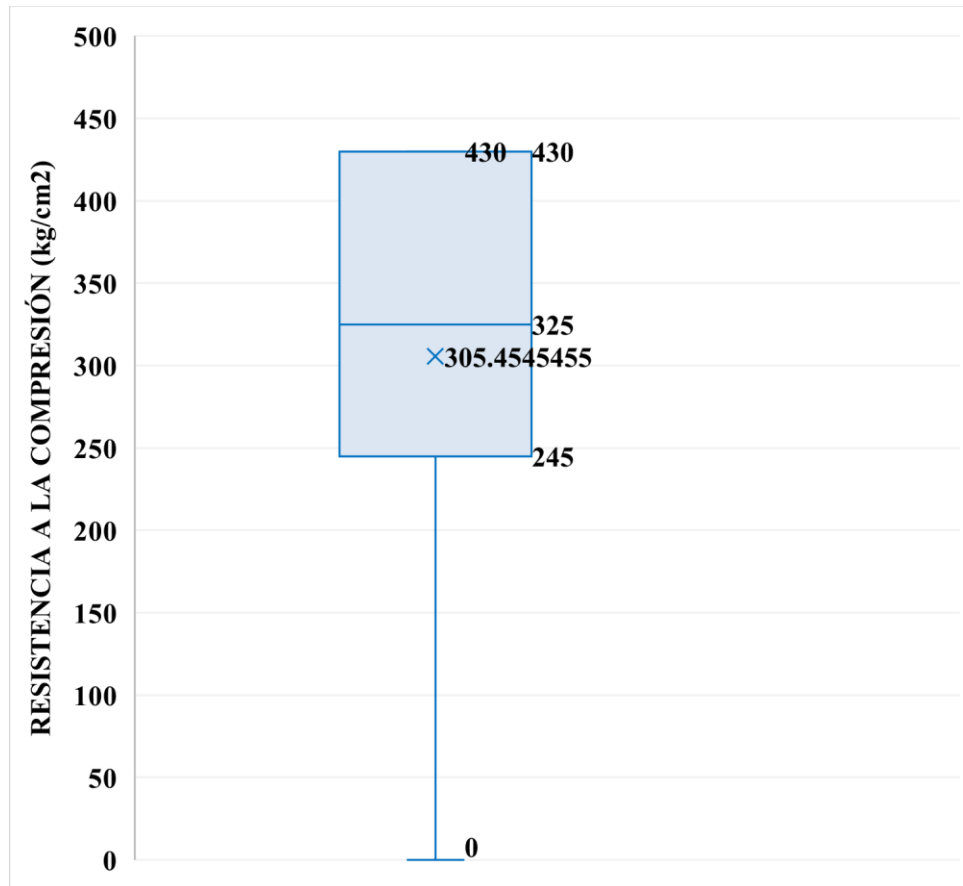
Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2023.

Tabla 15. Aplicación del esclerómetro en la losa

Nº LECTURAS	REBOTE	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)
1	38.00	260
2	38.00	260
3	37.00	245
4	42.00	325
5	42.00	325
6	37.00	245
7	48.00	430
8	48.00	430
9	47.00	410
10	48.00	430
Ángulo de aplicación		90°
Resistencia promedio		336

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5. Resistencia media obtenida en la losa.



Fuente: Elaboración Propia

- Del gráfico, la resistencia media obtenida de la aplicación del esclerómetro en la losa es de $F'c = 305.45 \text{ Kg/cm}^2$.

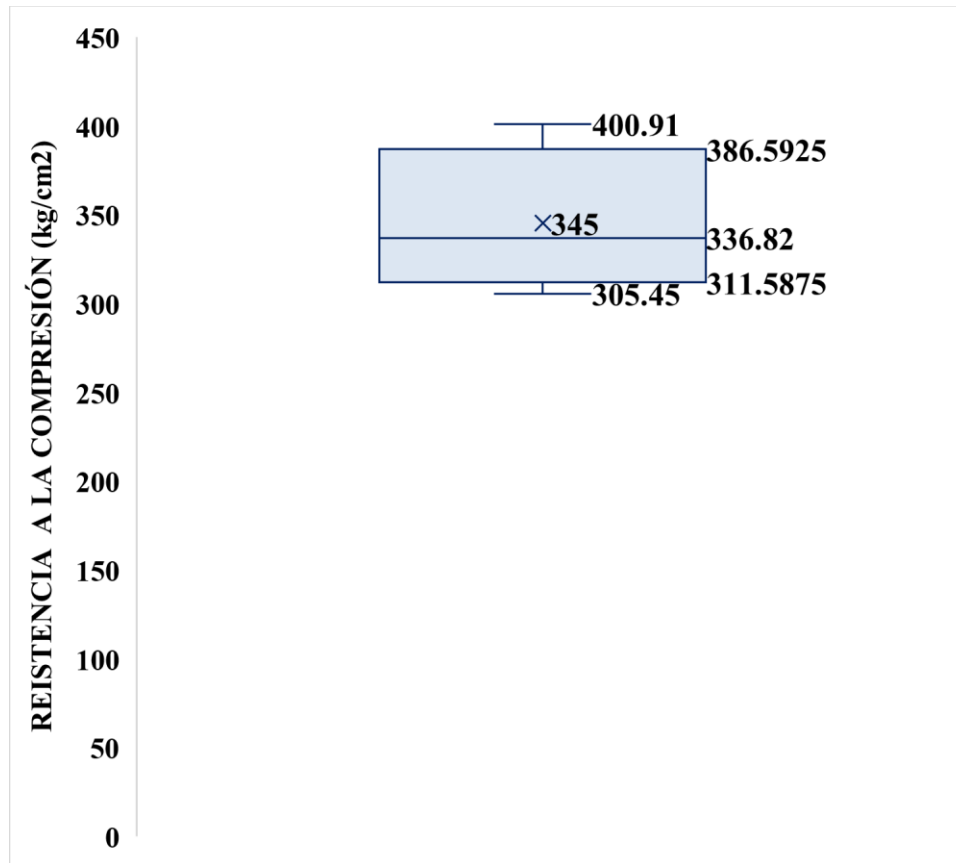
Resumen de las resistencias del concreto en cada punto de aplicación.

Tabla 16. Resumen de las resistencias a la compresión del concreto.

Elemento	Resistencia a la compresión medias (Kg/cm ²)
Viga Principal Derecha	400.91
Viga Principal Izquierda	330.00
Viga Diafragma	343.64
Losa	305.45

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 6. Resistencia media del concreto



Fuente: Elaboración propia.

- La resistencia media de la aplicación del esclerómetro en los cuatro puntos de la superestructura; la viga principal derecha, viga principal izquierda, viga diafragma y losa, resulta un valor de $F'c = 345 \text{ kg/cm}^2$.
- Ahora, según (Borja, 2018), se tiene que restar -25 kg/cm^2 a la resistencia obtenida, si este valor nos resulta superior al especificado utilizado en la

construcción, y sumar +25 kg/cm² si nos resulta un valor inferior al especificado durante la construcción.

Entonces aplicando la teoría de Borja se tiene la resistencia siguiente.

$$F'c = 345 \text{ kg/cm}^2 - 25 \text{ kg/cm}^2 = 320 \text{ kg/cm}^2$$

$F'c = 320 \text{ kg/cm}^2$, siendo este el valor de la Resistencia real del concreto In Situ de la superestructura del puente carrozable San Martín.

- Del mismo modo para la estimación de la resistencia teórica a la compresión del concreto en tiempo real, se tiene lo siguiente.

$$f_c(j) = \beta_{cc}(j) \cdot f_{c,28} \dots\dots\dots (2), \text{ (Payá et al, 2011)}$$

Donde $\beta_{cc}(j)$ es un coeficiente de valor.

$$\beta_{cc}(j) = e^{[s(1-\sqrt{\frac{28}{j}})]} \dots\dots\dots (3), \text{ (Payá et al, 2011)}$$

Donde:

$f_c(j)$: Resistencia a la compresión a la edad j .

$f_{c,28}$: Resistencia a la compresión a la edad de 28 días.

s : Coeficiente que depende del tipo de cemento y que adopta los valores:

$s = 0.20$, para cementos de endurecimiento rápido y de alta resistencia.

$s = 0.25$, para cementos de endurecimiento normal o rápido.

$s = 0.38$, para cementos de endurecimiento lentos.

Entonces realizando el cálculo para estimar la resistencia a los 16 años de vida útil que tiene el puente carrozable San Martín es como sigue.

Calculo del coeficiente valor:

Para un $s = 0.25$, cementos de endurecimiento normal o rápido, un $j = 5840$ días, y reemplazando en la expresión se tiene:

$$\beta_{cc}(j) = e^{[0.25(1-\sqrt{\frac{28}{5840}})]}$$

$$\beta_{cc}(j) = 1.26199$$

Seguidamente reemplazando en la formula resulta:

Con $f_{c,28} = 280 \text{ kg/cm}^2$ y $\beta_{cc}(j) = 1.26199$.

$$f_c(j) = 1.26199 \times 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_c(j) = 353.36 \text{ kg/cm}^2,$$

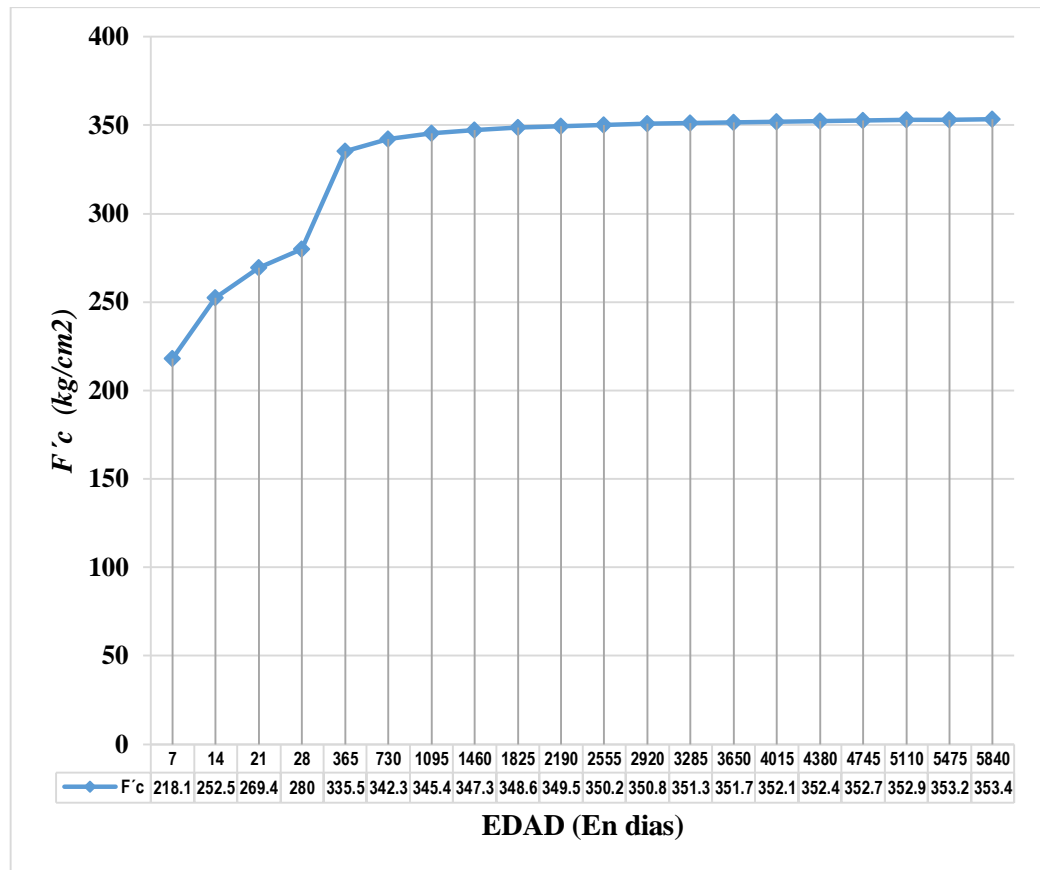
Por lo que se puede apreciar que no se aleja excesivamente de la resistencia estimada mediante el ensayo de esclerometría.

Tabla 17. Resistencias obtenidas de las diferentes edades del concreto del puente San Martín.

<i>j días</i>	$\beta_{cc}(j)$	<i>F'c</i>
7	0.778800783	218.0642193
14	0.901627883	252.4558072
21	0.962063199	269.3776958
28	1	280
365	1.198124627	335.4748956
730	1.222671447	342.3480051
1095	1.233706234	345.4377457
1460	1.240331598	347.2928475
1825	1.244873381	348.5645468
2190	1.248236652	349.5062627
2555	1.250856859	350.2399206
2920	1.25297295	350.8324261
3285	1.25472845	351.3239659
3650	1.256215471	351.7403318
4015	1.257496208	352.0989384
4380	1.258614382	352.4120269
4745	1.259601741	352.6884875
5110	1.260481978	352.9349537
5475	1.261273178	353.1564898
5840	1.26198942	353.3570377

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7. Estimación de la resistencia del concreto del puente carrozable San Martín a través del tiempo.



Fuente: Elaboración propia.

Por lo que, para el modelado en el programa SAP 2000, se insertará en la propiedad de los materiales, la resistencia a la compresión del concreto de $F'c = 320 \text{ kg/cm}^2$, para la verificación del comportamiento estructural de la superestructura del puente San Martín.

3.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN.

Para realizar el **Análisis Estructural**, se aplicó el método de los elementos finitos, para ello se utilizó el software SAP 2000 v22.1.0

El MEF conocido como el Método de los Elementos Finitos es un método por aproximación numérica que parte del Método Matricial. Este método nos da la posibilidad de introducir elementos en 2D o 3D y nos ofrece mucha mayor precisión a la hora de obtener resultados que un modelo construido sólo con barras en una dimensión(1D) (EADIC, FORMACIÓN Y CONSULTORIA, 2017).

1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PUENTE.

Luz (L)	: 15.00 m
Ancho de carril	: 3.60 m
Ancho de veredas	: 0.60 m
Ancho de vigas principales	: 0.40 m
Ancho total	: 4.90 m

2. SOBRECARGAS

Sobrecarga viva vehicular

- Vehículo: **HL-93**, vehículo de diseño según el manual de puentes (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

Sobrecarga permanentes

- Baranda: **100 kg/m**, sobrecarga según el manual de puentes (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)
- Peatonal: **400 kg/m²**, sobrecarga según el manual de puentes (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

3. MATERIALES.

Concreto:

- $f'_c = 320 \text{ kg/cm}^2$, Resistencia obtenida In Situ mediante el ensayo no destructivo (aplicación del esclerómetro o martillo de rebote)
- $E_c = 15000 \times \sqrt{320} = 268,328.15729 \text{ kg/cm}^2$, Módulo de elasticidad del concreto calculado de acuerdo a la norma técnica peruana (Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2018).

Acero de refuerzo:

- $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, Fluencia del acero corrugado Grado 60, especificado según el manual de puente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2018.
- $E_s = 2000000 \text{ kg/cm}^2$, Módulo de elasticidad del acero calculado de acuerdo al manual de puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2018.

Peso específico de los materiales:

→ $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$, Peso específico del concreto armado según el manual de puentes del MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2018).

4. PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LA SUPERESTRUCTURA.

Puesto que el puente es existente, se ha realizado un levantamiento tomando las medidas geométricas de los elementos que lo componen.

Las medidas en sección transversal son las siguientes:

Tabla 18. Geometría de los elementos de la superestructura.

Elemento	Base (b)	Peralte (h)
Vereda	$b_{ve} = 1.00 \text{ m (*)}$	$h_{ve} = 0.15 \text{ m}$
Losa	$b_{los} = 1.00 \text{ m (*)}$	$h_{los} = 0.25 \text{ m}$
Viga principal	$b_{vp} = 0.40 \text{ m}$	$h_{vp} = 1.00 \text{ m}$
Viga diafragma	$b_{vd} = 0.30 \text{ m}$	$h_{vd} = 0.60 \text{ m}$

Fuente: Elaboración propia

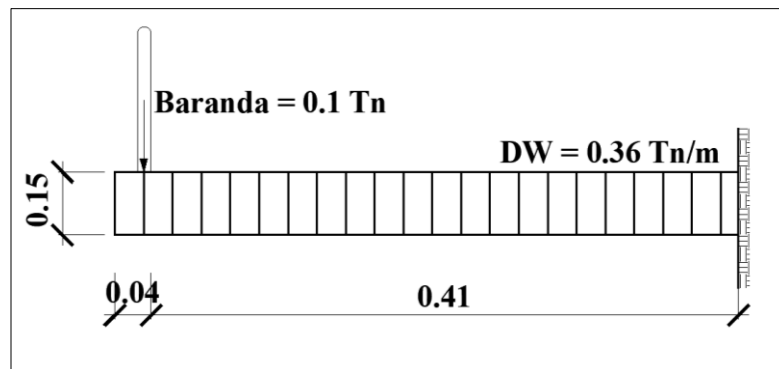
(*) Ancho tomado de un metro para el análisis y metrado de cargas.

5. METRADO DE CARGAS.

5.1. VEREDA

Las cargas que actúan sobre la vereda:

Figura 15. Idealización de la vereda.



Fuente: Elaboración propia, Auto CAD 2023.

a. Carga muerta (Dc)

$$P_p \text{ vereda} = (b_{ve} \times h_{ve}) (\gamma_c) = (1.00)(0.15)(2.4) = 0.36 \text{ Tn/m}$$

$$D_{C_{\text{vereda}}} = 0.36 \text{ Tn/m}$$

$$\text{Baranda} = (b_{ve})(s/c) = (1.00)(100) = 0.10 \text{ Tn}$$

$$D_{C_{\text{Baranda}}} = 0.10 \text{ Tn}$$

b. Carga viva (W_L), sobrecargas.

$$S/C \text{ en la vereda} = (b_{ve})(s/c) = (1.00)(400) = 0.40 \text{ Tn/m}$$

$$S/C \text{ WL} = 0.40 \text{ Tn/m}$$

5.2.LOSA:

5.2.1. Metrado de cargas Tramo interior

Las cargas que actúan sobre la losa interior:

a. Carga muerta (DC)

$$P_p \text{ de la losa} = (b_{\text{los}} \times h_{\text{los}})(\gamma_c) = (1.00)(0.25)(2.4) = 0.60 \text{ Tn/m}$$

$$\text{Bombeo (2\%)} = (b_{\text{bom}} \times h_{\text{bom}})(\gamma_c) = (1.80)(0.036)(2.4) = 0.156 \text{ Tn/m}$$

$$\Sigma DC = 0.756 \text{ Tn/m}$$

b. Sobrecarga

$$\text{Carril de diseño} = 0.952 \text{ Tn/m (MTC, 2018)}$$

c. Carga viva (LL), vehículo HL-93.

$$\text{Peso de la rueda trasera del HL-93} = 11.34 \text{ Tn}$$

$$P_{LL} = 11.34 \text{ Tn}$$

d. Carga de impacto (W_{IM})

$$W_{IM} = 15.24/s+38 = 15.24/2.14+38 = 0.385.$$

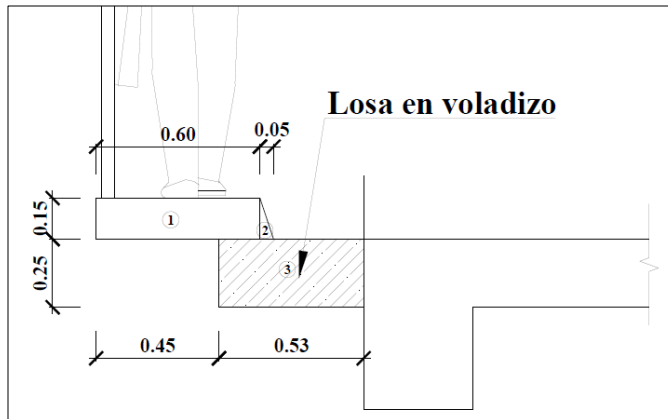
$$\text{Dónde: } s = s' - 2 \times 0.1/3 = 2.14 - 0.067 = 2.073$$

$$I_{\text{max}}(30\%) = 0.30$$

5.2.2. Metrado de cargas en tramo en voladizo:

Las cargas que actúan sobre la losa en voladizo son las siguientes conforme se indica en la figura 16.

Figura 16. Idealización de losa en voladizo.



Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2023.

- **Carga muerta (DC) en Tn:**

Tabla 19. Cargas actuantes sobre la losa en voladizo.

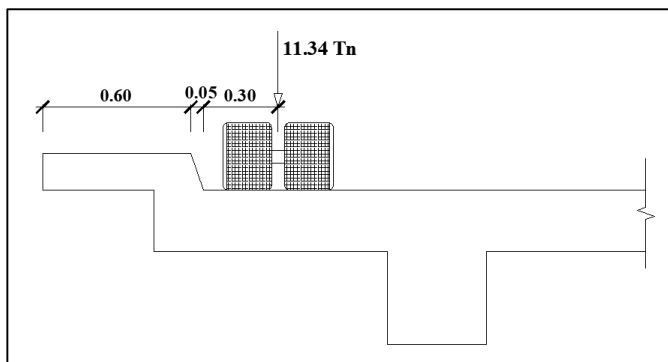
Sección	Caculo	Carga (Tn)
1	(0.15)(0.60)(1.00)(2.4)	0.216 Tn
2	(0.15)(0.05)(1.00)(2.4)/2	0.009 Tn
3	(0.25)(0.53)(1.00)(2.4)	0.318 Tn
Baranda	100 kg	0.10 Tn
Σ DC	-	0.77 Tn

Fuente: Elaboración propia

- **Carga viva:**

La carga viva vehicular es la rueda trasera del camión de diseño HL-93, cuyo valor es **P = 11.34 Tn**

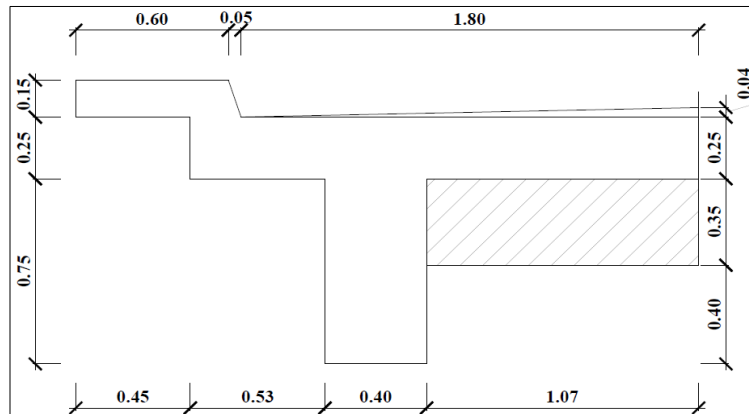
Figura 17. Idealización de la carga viva vehicular sobre losa en voladizo



Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2023.

5.3.VIGA PRINCIPAL:

Figura 18. Viga principal del puente.



Fuente: Elaboración propia, AutoCAD 2023.

- **Carga muerta (DC)**

Tabla 20. Cargas actuantes sobre la viga principal

Sección	Calculo	Carga (Tn/m)
Vereda	$((0.65+0.60)/2) \times 0.15 \times 2.40$	0.225 Tn/m
Losa	$(0.25)(1.00)(2.40) + (1.80)(0.036)(2.40)/2$	0.678 Tn/m
Pp viga	$(1.00)(0.40)(2.40)$	0.96 Tn/m
Baranda	100 kg/m	0.10 Tn/m
Σ DC	-	1.96 Tn/m

Fuente: Elaboración propia.

- **Peso propio de la viga diafragma:**

Peso propio de la viga diafragma = $(1.07)(0.35)(0.30)(2.4) = 0.27$ Tn

Pp viga diafragma = 0.27 Tn

- **Sobrecarga.**

Carril de diseño = 0.952 Tn/m (MTC, 2018)

Carga peatonal = 0.40 Tn/m (MTC, 2018)

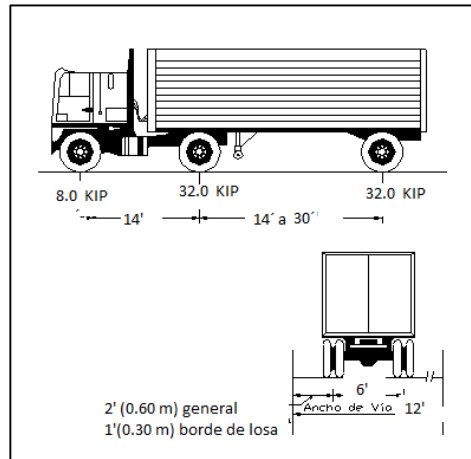
- **Carga viva vehicular (LL)**

Carga del vehículo de diseño HL-93.

Camión de Diseño: Los pesos y los espaciamientos de los ejes y las ruedas son mostrados en la siguiente figura 2.8. 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 (García, 2006).

Figura 19. Vehículo de diseño HL-93



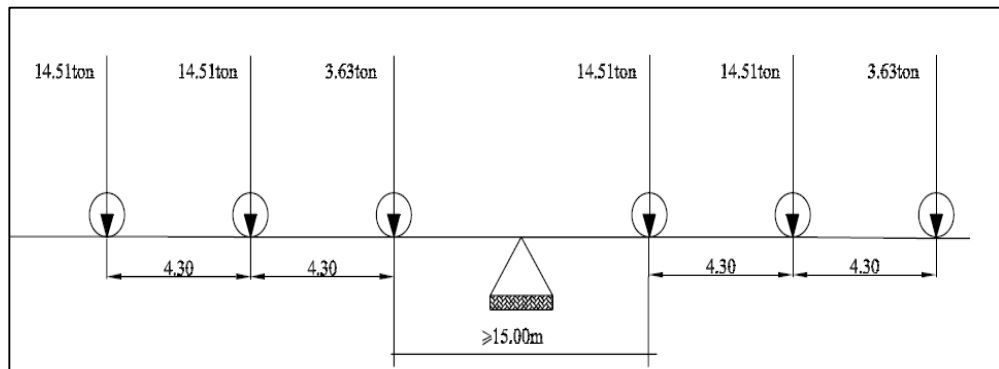
Fuente: MTC, 2018

Aplicación de la Carga Viva Vehicular

Los esfuerzos máximos deben tomarse aplicando lo siguiente:

- El efecto del camión tándem combinado con el efecto de la carga del carril (García, 2006).
- El efecto de un camión de diseño con el espaciamiento variable entre ejes (de 4.3 a 9 m), combinado con el efecto de la carga de carril (García, 2006).
- Tanto para los momentos negativos entre puntos de inflexión por carga muerta, y la reacción en apoyos interiores solamente, debe tomarse 90% del efecto de dos camiones de diseño espaciados a un mínimo de 15 m entre el eje delantero de un camión y el eje trasero del otro, combinado con el 90% del efecto de la carga de carril; la distancia entre los ejes de 14.51Tn de cada camión deben tomarse como 4.30 m (García, 2006).

Figura 20. Idealización de las ruedas del camión de diseño HL-93.

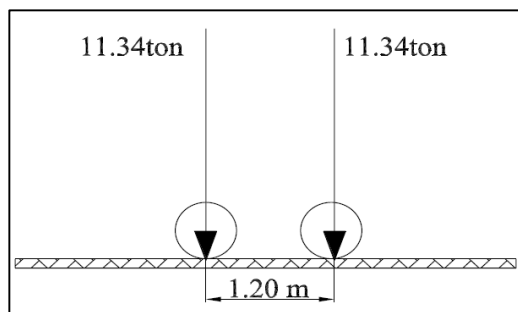


Fuente: García, 2006.

Se deben despreciar los ejes que no contribuyen al efecto máximo en consideración.

Tándem de Diseño: El tándem de diseño consiste en un par de ejes de 11.34Tn cada uno, separadas en 1.2 m. El espacio transversal de las ruedas del camión es de 1.8 m (García, 2006).

Figura 21. Idealización de las ruedas traseras del tándem de diseño HL-93.



Fuente: García, 2006

5.4.VIGA DIAFRAGMA:

- **Carga muerta (DC)**

Peso propio de la viga diafragma:

$$P_p \text{ viga diafragma} = (0.30)(0.60)(2.40)$$

$$\mathbf{DC = 0.432 Tn/m}$$

- **Carga viva (LL)**

Peso rueda trasera del camión de diseño HL-93, el cual es:

$$\mathbf{P_{LL} = 11.34 Tn}$$

- **Carga de impacto (IM)**

$$I_{\max}(30\%) = 0.30 \text{ (MTC, 2018)}$$

6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL CON EL SOFTWARE SAP 2000.

El manual de puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones tomando de referencia a las Especificaciones AASHTO para el diseño de puentes por el método LRFD (Diseño por Factores de Carga y Resistencia), el cual brinda ciertas limitaciones que debemos de tener en cuenta para el análisis y diseño.

Por consiguiente, de otros criterios, para las construcciones de concreto, de acero y/o aluminio se pueden considerar los siguientes límites de deflexión (AASHTO, 2020).

- ☞ Carga vehicular (en general) Longitud/800.
- ☞ Cargas vehiculares y/o peatonales..... Longitud/1000.
- ☞ Carga vehicular sobre voladizos..... Longitud/300.
- ☞ Cargas vehiculares y/o peatonales sobre voladizosLongitud/375.

Calculando la deflexión que debería de tener el puente carrozable San Martín:

El puente tiene una luz de **L= 15.00 m** y soporta cargas vehiculares y peatonales, por lo tanto.

La deflexión máxima sería:

$$\Delta_{\max} = \frac{L}{1000} = \frac{15.00}{1000} \dots\dots\dots (4), \text{ (MTC, 2018)}$$

$$\Delta_{\max} = \mathbf{0.015 \text{ m}}$$

La deflexión máxima que debe presentar la superestructura del puente carrozable San Martín, será de **1.50 cm**, según límites establecidos en la normativa vigente.

La deflexión máxima en voladizo, para cargas vehiculares y/o peatonales sobre voladizos sería:

$$\Delta_{\max} = \frac{L}{375} = \frac{15.00}{375} \dots\dots\dots (5), \text{ (MTC, 2018)}$$

$$\Delta_{\max} = \mathbf{0.04 \text{ m}}$$

La deflexión máxima que debe presentar la superestructura del puente carrozable San Martín, será de **4.00 cm**, según límites establecidos en la normativa vigente.

Los factores de carga permanente son de acuerdo a la tabla siguiente, según AASHTO 2020.

Tabla 21. Factores para carga permanentes.

Tipo de Carga, Tipo de Fundaciones, y Métodos Usados para Fuerza de Arrastre Hacia Abajo (Downdrag)	Factor de Carga	
	Máximo	Mínimo
DC: Componentes y Auxiliares.	1.25	0.90
DC: Resistencia IV Solamente.	1.50	0.90
DD: Downdrag Pilotes, α Método de Tomlinson.	1.40	0.25
Pilotes, λ Método.	1.05	0.30
Pilotes Perforados, (Drilled Shaft) Método de O'Neill and Reese (1999).	1.25	0.35
DW: Superficie de rodadura y accesorios.	1.50	0.65
EH: Presión Horizontal de la tierra.		
• Activa.	1.50	0.90
• En reposo.	1.35	0.90
• AEP Para paredes ancladas.	1.35	N/A
EL: Esfuerzos residuales acumulados resultantes del proceso constructivo, (Locked-in construction Stresses.)	1.00	1.00
EV: Presión vertical de la tierra		
• Estabilidad global.	1.00	N/A
• Muros y estribos de retención.	1.35	1.00
• Estructura rígida enterrada.	1.30	0.90
• Pórticos rígidos.	1.35	0.90
• Estructuras flexible enterradas		
○ Alcantarillas cajón metálicas, placas estructurales con corrugaciones y alcantarillas de fibra de vidrio.	1.50	0.90
○ Alcantarillas termoplásticas.	1.30	0.90
○ Entre otros.	1.95	0.90
ES: Carga superficial(Sobrecarga) en el terreno	1.50	0.75

Fuente: MTC, 2018.

Las deflexiones serán chequeadas de acuerdo a los factores y combinaciones de carga que se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 22. Factores y combinaciones de carga.

Combinación de Cargas Estado Límite	DC																					
	DD	DW	EH	EV	ES	EL	PS	CR	SH	LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	EQ	BL	IC	CT	CV
RESISTENCIA I A menos que se especifique lo contrario	γ_P	1.75	1.00	--	--	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
RESISTENCIA II	γ_P	1.35	1.00	--	--	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
RESISTENCIA III	γ_P	--	1.00	1.40	--	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
RESISTENCIA IV	γ_P	--	1.00	--	--	1.00	0.50/1.20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
RESISTENCIA V	γ_P	1.35	1.00	0.40	1.00	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
EVENTO EXTREMO I	1.0	γ_{EQ}	1.00	--	--	1.00	--	--	--	1.00	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
EVENTO EXTREMO II	γ_P	0.50	1.00	--	--	1.00	--	--	--	--	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SERVICIO I	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SERVICIO II	1.00	1.30	1.00	--	--	1.00	1.00/1.20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SERVICIO III	1.00	0.80	1.00	--	--	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SERVICIO IV	1.00	--	1.00	0.70	--	1.00	1.00/1.20	--	1.00	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
FATIGA I Solamente LL,IM & CE	--	1.50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
FATIGA II- Solamente LL,IM & CE	--	0.75	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Nota: Usar solamente uno de los indicados en estas columnas en cada combinación

Fuente: MTC, 2018.

Siendo que para el control de las deflexiones se realiza mediante la combinación de carga por SERVICIO I (MTC, 2018).

Dado el caso, en la presente investigación se realizó el chequeo de las deflexiones por **carga permanente (DC)**, **carga viva vehicular (camión HL-93)** y **combinación de carga por SERVICIO I**.

Carga permanente (DC). – Cargas indispensables de los elementos que hacen que la estructura funcione como tal (MTC, 2018).

Carga viva vehicular (camión HL-93). - AASHTO, (2020) indica que para el cálculo de deflexiones se tomará el mayor de los resultados obtenidos con el camión de diseño solamente, o con la suma de la sobrecarga distribuida más 25% del camión de diseño. Para el caso de la presente investigación se tomó la carga del camión HL-93 solamente.

Combinación de carga por SERVICIO I.- Combinación de cargas que está relacionada al control de la deflexión en estructuras metálicas enterradas, revestimiento de túneles y tubos termoplásticos, así como controlar el ancho de las grietas en estructuras de concreto armado, y para análisis transversal relacionado a la tensión en vigas de concreto fabricadas por segmentos (MTC, 2018).

Como se indica en el Artículo C2.5.2.6.1 de las especificaciones AASHTO 2020, la deflexión por sobrecarga es un tema relacionado con la serviciabilidad y no con la resistencia. La experiencia remontada al pasado en puentes diseñados bajo ediciones anteriores de las Especificaciones Estándares de AASHTO indica que la deflexión por sobrecarga en sí misma no produce efectos adversos. Por lo tanto, no parece haber motivo para exigir que los criterios anteriores sean comparados con una deflexión basada en la mayor sobrecarga exigida por estas Especificaciones (AASHTO, 2020).

Tabla 23. Resumen de la combinación de cargas con los factores aplicados según el AASHTO, 2020.

CARGA	SERVICIO I
DC	1.00
DW	1.00
LL + IM	1.00

Fuente: Elaboración propia.

DC: peso propio del elemento estructural y no estructural (cargas permanentes) (MTC, 2018).

DW: carga muerta de la superficie de rodadura y dispositivos auxiliares (MTC, 2018).

LL + IM: carga viva vehicular más el incremento dinámico (MTC, 2018).

Nota: las cargas descritas anteriores, han sido utilizadas en la presente investigación para el análisis estructural y modelado, ya que el estudio es a nivel de superestructura.

6.1. DEFLEXIÓN DE LA LOSA DEL PUENTE.

6.1.1. Análisis por carga permanente.

Deflexión en Losa interior.

Critica. - La losa en el tramo interior presencia una deflexión máxima de -0.000048 m **por carga permanente**, lo que indica que se encuentra por debajo de la deflexión máxima de 0.015 m calculada de acuerdo a la normativa vigente del MTC 2018. El cálculo se aprecia en la fotografía 10 anexada, realizada en el software SAP 2000.

Deflexión en Losa en voladizo.

Critica. - La losa en el tramo en voladizo presencia una deflexión máxima de -0.000123 m **por carga permanente**, lo que indica que se encuentra por debajo de la deflexión máxima de 0.04 m calculada de acuerdo a la normativa vigente del MTC 2018. El cálculo se aprecia en la fotografía 11 anexada, realizada en el software SAP 2000.

6.1.2. Análisis por sobrecarga vehicular del HL-93 (LL).

Deflexión en Losa interior.

Critica. - La losa en el tramo interior presencia una deflexión máxima de 0.00142 m **por carga viva vehicular camión HL-93**, lo que indica que se encuentra por debajo de la deflexión máxima de 0.015 m calculada de acuerdo a la normativa vigente del MTC 2018. El cálculo se aprecia en la fotografía 12 anexada, realizada en el software SAP 2000.

Deflexión en Losa en voladizo.

Critica. - La losa en voladizo presencia una deflexión máxima de -0.001394 m **por carga viva vehicular**, lo que indica que se encuentra por debajo de la

deflexión máxima de 0.04 m calculada de acuerdo a la normativa vigente del MTC 2018. El cálculo se aprecia en la fotografía 13 anexada, realizada en el software SAP 2000.

6.1.3. Análisis por combinación de cargas (SERVICIO I).

Deflexión en Losa interior.

Critica. - La losa en el tramo interior presencia una deflexión máxima de 0.001372 m **por combinación de cargas de SERVICIO I**, lo que indica que se encuentra por debajo de la deflexión máxima de 0.015 m calculada de acuerdo a la normativa vigente del MTC 2018. El cálculo se aprecia en la fotografía 14 anexada, realizada en el software SAP 2000.

Deflexión en Losa en voladizo.

Critica. - La losa en voladizo presencia una deflexión máxima de -0.001271 m **por la combinación de cargas de SERVICIO I**, lo que indica que se encuentra por debajo de la deflexión máxima de 0.04 m calculada de acuerdo a la normativa vigente del MTC 2018. El cálculo se aprecia en la fotografía 15 anexada, realizada en el software SAP 2000.

Tabla 24. Resumen de las deflexiones en metros (m) de la losa.

Elemento	Carga permanente DC	Camión HL-93	Servicio I
Losa interior	- 0.000048	0.00142	0.001372
Losa en voladizo	0.000123	-0.001394	-0.001271

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar en la tabla 24 en donde se resumen las deflexiones calculadas, estando por debajo del límite de deflexión máxima establecida por el manual de puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2018. Por lo que la deflexión en la losa cumple.

- Siendo la deflexión máxima por combinación de cargas de SERVICIO I de la losa interior de $\Delta los_{max} = 0.001372 \text{ m}$ menor que $\Delta_{max} = 0.015 \text{ m}$, **cumple con el parámetro mínimo** para deflexión mínima ante cargas vehiculares y peatonales.
- Siendo la deflexión máxima es por combinación de cargas de SERVICIO I de la losa en voladizo $\Delta los_{max} = -0.001271 \text{ m}$ menor que $\Delta_{max} = 0.04 \text{ m}$, **cumple con**

el parámetro mínimo, para deflexión mínima ante cargas vehiculares y/o peatonales en voladizos.

6.2. DEFLEXIÓN DE LA VIGA PRINCIPAL.

6.2.1. Análisis por carga permanente.

Critica. - La viga principal presencia una deflexión máxima de 0.0149 m **por carga permanente** en el centro del claro, lo que indica que se encuentra por debajo de la deflexión máxima de 0.015 m calculada de acuerdo a la normativa vigente del MTC 2018. El cálculo se aprecia en la fotografía 30 anexada, realizada en el software SAP 2000.

6.2.2. Análisis por carga viva vehicular camión HL-93 (LL).

Critica. - La viga principal presencia una deflexión máxima de 0.0201 m **por carga viva vehicular Camión HL-93**, lo que indica que se encuentra por encima de la deflexión máxima de 0.015 m calculada de acuerdo a la normativa vigente del MTC 2018. El cálculo se apreciar en la fotografía 31 anexada, realizada en el software SAP 2000.

6.2.3. Análisis por la combinación de cargas (SERVICIO I).

Critica. - La viga principal presencia una deflexión máxima de 0.0333 m **por combinación de cargas de SERVICIO I**, lo que indica que se encuentra por encima de la deflexión máxima de 0.015 m calculada de acuerdo a la normativa vigente del MTC 2018. El cálculo se apreciar en la fotografía 32 anexada, realizada en el software SAP 2000.

Tabla 25. Resumen de las deflexiones en metros (m) de la viga principal.

Elemento	Carga permanente DC	Camión HL-93	Servicio I
Viga principal	0.0149	0.0201	0.0333

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar en la Tabla 25 en donde se resumen las deflexiones calculadas, que la deflexión obtenida por carga permanente **cumple** con el límite normativo; no obstante, las deflexiones obtenidas por el camión y combinación de SERVICIO I se encuentran por encima del límite de deflexión máxima establecida por el manual de puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2018. Por lo que la

deflexión en la viga principal **no cumple** ante las solicitaciones Vehicular y por SERVICIO I.

- Siendo la deflexión máxima por la combinación de cargas de SERVICIO I en la viga principal $\Delta vp_{max} = 0.0333 \text{ m} > \Delta_{max} = 0.015 \text{ m}$, **no cumple con el parámetro mínimo**, para deflexión mínima ante cargas vehiculares y peatonales.

6.3. DEFLEXIÓN DE LA VIGA DIAFRAGMA.

6.3.1. Análisis por carga permanente.

Crítica. - La viga diafragma presencia una deflexión máxima de 0.00039 m **por carga permanente**, lo que indica que se encuentra por debajo de la deflexión máxima de 0.015 m calculada de acuerdo a la normativa vigente del MTC 2018. El cálculo se puede apreciar en la fotografía 33 anexada, realizada en el software SAP 2000.

6.3.2. Análisis por carga vehicular HL-93 (LL).

Crítica. - La viga diafragma presencia una deflexión máxima de 0.000521 m **por carga viva vehicular HL-93**, lo que indica que se encuentra por debajo de la deflexión máxima de 0.015 m calculada de acuerdo a la normativa vigente del MTC 2018. El cálculo se puede apreciar en la fotografía 34 anexada, realizada en el software SAP 2000.

6.3.3. Análisis por combinación de cargas (SERVICIO I).

Crítica. - La viga diafragma presencia una deflexión máxima de 0.000898 m **por la combinación de cargas SERVICIO I**, lo que indica que se encuentra por debajo de la deflexión máxima de 0.015 m calculada de acuerdo a la normativa vigente del MTC 2018. El cálculo se puede apreciar en la fotografía 35 anexada, realizada en el software SAP 2000.

Tabla 26. Resumen de las deflexiones en metros (m) de la viga diafragma

Elemento	Carga permanente DC	Camión HL-93	Servicio I
Viga diafragma	0.00039	0.000521	0.000898

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar en la Tabla 26 en donde se resumen las deflexiones calculadas, estando por debajo del límite de deflexión máxima establecida por el manual de puentes del ministerio de transportes 20218. Por lo que la deflexión en la losa cumple.

- Siendo la deflexión máxima es por la combinación de cargas de SERVICIO I de la viga diafragma $\Delta_{max} = 0.000898 \text{ m} < \Delta_{max} = 0.015 \text{ m}$, **cumple con el parámetro mínimo**, para deflexión mínima ante cargas vehiculares y peatonales.

3.4. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL.

3.4.1. Evaluación del puente con respecto a sus Características Estructurales.

De acuerdo a los resultados del análisis estructural se llega a calcular las deflexiones y solo no cumple en la viga principal de acuerdo al método de combinación de la norma AASHTO LRFD (Servicio I), con una varianza de deflexión $\Delta_{\Delta_{max}} = 0.0183 \text{ m}$; no obstante, cumple satisfactoriamente en los demás elementos, por lo tanto, está en estado aceptable, peso 2.

Tabla 27. Valoración de las características estructurales

COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL (40%)	Adecuado	1
	Aceptable	2
	Inadecuado	3
	Propenso al colapso	4

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Evaluación del puente respecto al proceso constructivo.

La evaluación que se realizó fue en base a la inspección visual, lo que se observó en campo, las irregularidades, y en función a los daños y patologías encontradas ya que estas están relacionadas con el proceso constructivo (el encofrado, uso de materiales, mano de obra, etc.).

Entonces se le dio un peso de 1, nivel de vulnerabilidad **bueno**.

Tabla 28. Evaluación del proceso constructivo

PROCESO CONSTRUCTIVO (20%)	Bueno	1
	Regular	2
	Malo	3
	Muy malo	4

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. Evaluación del puente con respecto a los daños y patologías presentes.

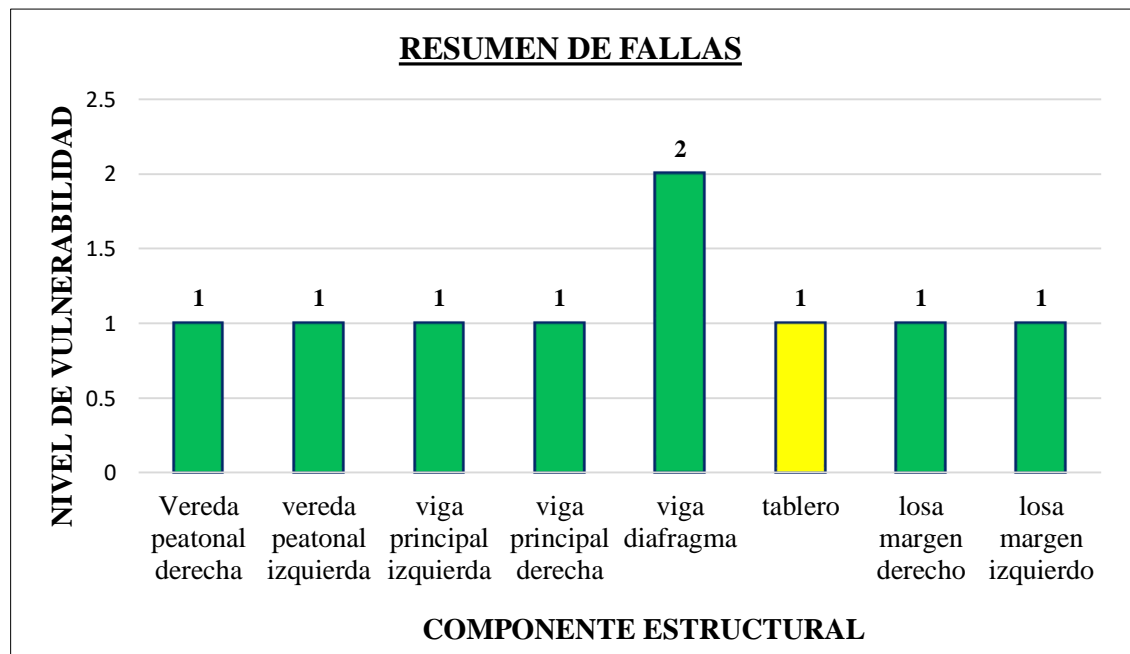
De las inspecciones que se realizó en la superestructura del puente respecto a las fallas, daños y patologías, se llega a calificar como se muestra en la tabla de resumen.

Tabla 29. Evaluación respecto a daños y patologías presentes

TABLA DE RESUMEN DE LAS FALLAS, DAÑOS Y PATOLOGÍAS		
UNIDAD DE ANÁLISIS	COMPONENTE ESTRUCTURAL	NIVEL DE VULNERABILIDAD
U-1	Vereda peatonal derecha	1
U-2	Vereda peatonal izquierda	1
U-3	Viga principal izquierda	1
U-4	Viga principal derecha	1
U-5	Viga diafragma	2
U-6	Tablero	1
U-7	Losa margen derecho	1
U-8	Losa margen izquierdo	1

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 8. Resumen de los daños y patologías en la superestructura del puente.



Fuente: Elaboración Propia.

Sacando el promedio de los niveles de vulnerabilidad de las unidades de análisis, se tiene.

$$\rightarrow (1+1+1+1+2+1+1+1) / 8 = 9/8 = 1.33$$

En consecuencia, se obtiene un peso de 1, los daños son bajos como se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30. Resultado de evaluación de daños y patologías.

FALLAS Y PATOLOGÍAS (40%)	Bajo	1
	Regular	2
	Alto	3
	Muy alto	4

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente tenemos en el cuadro siguiente, el resumen de la evaluación correspondiente, el cual indica el comportamiento estructural, procesos constructivos, daños y patologías encontradas en los elementos que los componen a la superestructura del puente.

Tabla 31. Resumen de la evaluación

VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES (40%)	Adecuado	1
		Aceptable	2
		Inadecuado	3
		Propenso al colapso	4
	PROCESO CONSTRUCTIVO (20%)	Bueno	1
		Regular	2
		Malo	3
		Muy malo	4
	PATOLOGÍAS Y DAÑOS ENCONTRADOS (40%)	Bajo	1
		Regular	2
		Alto	3
		Muy alto	4

Fuente: Elaboración propia.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN.

Tenemos:

- $CE = 2, PC = 1, F = 1$
 $IV_E = 0.4*CE + 0.2*PC + 0.4*F$
 $IV_E = 0.4*2 + 0.2*1 + 0.4*1$
 $IV_E = 1.4$

Con el índice de vulnerabilidad (IV_E) calculado, hice uso de la Tabla 32 para obtener el grado de vulnerabilidad estructural del puente carrozable San Martín.

Tabla 32. Rango y grado de vulnerabilidad

RANGO DE VULNERABILIDAD	GRADO DE VULNERABILIDAD
De 1.00 a 1.50	BAJA
De 1.50 a 2.50	MEDIA
De 2.50 a 3.50	ALTA
De 3.50 a mas	MUY ALTA

Fuente: Barrantes, 2017.

Tenemos un $IV_e = 1.4$, el cual está en el rango de 1.00 a 1.50, determinando de esta manera un **GRADO DE VULNERABILIDAD BAJO** que presenta el puente carrozable a nivel de superestructura.

IV. DISCUSIÓN.

- En la tesis de grado “Análisis de la vulnerabilidad estructural del puente de la Av. Pakamuros de la ciudad de Jaén – Cajamarca”, (Barrantes, 2017). Llega a calcular un grado de vulnerabilidad ALTA, esto debiéndose a que no se cumplían con las especificaciones de diseño, y por presentar altos porcentajes de incidencia de las fallas con respecto al área total de la unidad de análisis, lo que no sucede con el presente proyecto que las fallas encontradas son leves y cumple con los criterios mínimos de diseño de acuerdo al análisis estructural y verificación que se realizó.
- En el ensayo de esclerometría, se hizo uso de un esclerómetro modelo ZC3-A, el cual tomé el porcentaje de error de $f'c \pm 25\text{kg/cm}^2$, de acuerdo a (Borja, 2018). y por sugerencia del propietario del equipo, esto es a nivel general para todos los modelos y marcas de esclerómetro. Pero existe un Proyecto de Tesis “Comparación de los ensayos de Diamantina y Esclerometría de la pavimentación de los jirones Japón, Portugal y Brasil - Cajamarca”, el cual establece marcas específicas para su estudio, el primer esclerómetro es de marca Zhejiang Tugong Instrument Co., y obtuvo un 19.39% mayor al ensayo con diamantina y el segundo esclerómetro que es de marca FORNEY. L. Obteniendo un 54.87% mayor al ensayo con diamantina el cual los valores de resistencia a compresión del concreto provenientes de los ensayos de esclerometría son 56.98% mayores a la resistencia especificada de diseño (Zambrano, 2017). Se observa que sacan un error de 56.98 % pero con marcas especificadas, en cuanto al esclerómetro que utilice no hay estudios al respecto, por lo tanto, tome el error de $f'c \pm 15\%$.
- El modelamiento estructural de la superestructura del puente se calculó las deflexiones de acuerdo a los criterios establecido por el manual de puentes 2018 vigente hasta la fecha, si bien es cierto el puente data y entra en funcionamiento en el año 2007 según los datos de la placa de inauguración, por lo tanto el proyecto fue planteado con la primera normativa para el diseño de puentes que fue aprobada el 31 de julio del 2003, primera normativa del Perú para el diseño de puentes carreteros y urbanos lanzado por el ministerio de transportes y comunicaciones, en el cual para el diseño estructural se aplica el mismo criterio de la normativa vigente 2018. Es así que conforme la norma americana AASHTO

se actualiza, el manual de puentes de Perú se actualiza también, siendo hasta ahora los vehículos HL-93 y que considera en el diseño el carril cuyo valor es de 0.952 Tn/m distribuidos 3.00 m transversalmente del puente. Por lo que no cambia el criterio de las cargas vivas vehiculares de diseño hasta la fecha.

Del cálculo de las deflexiones en las vigas del puente con las cargas del camión y por combinación de SERVICIO I, el cual se obtuvo deflexiones por encima a lo establecido en la normativa de puentes.

- Con respecto a la hipótesis planteada, establecí que el puente tendría un alto grado de vulnerabilidad estructural, pero al realizar el estudio correspondiente de acuerdo a mis objetivos y variables establecidas, mediante el método del índice de vulnerabilidad adaptada para puentes, se llegó a calcular un grado de vulnerabilidad bajo que presenta tal estructura, por lo tanto, impugno la hipótesis abordada.

V. CONCLUSIONES.

- La identificación de fallas se realizó con una ficha de inspección, mediante las cuales se identificó los daños con su respectiva área total afectada en %, se analizó en base a ocho unidades de análisis, encontrado las siguientes lesiones a nivel de superestructura del puente, tales como; grietas (0%), fisuras (2.06%), desprendimientos (6.81%), descascaramiento (6.82%), corrosión del concreto (23.13%), acero expuesto (2.16%), filtración(humedad) (0%), eflorescencia (29.14%), deflexión (0%).
- Con la aplicación del esclerómetro en cuatro puntos de la superestructura (viga principal derecha, viga principal izquierda, losa y viga diafragma) se determinó una resistencia media de $f'c = 345 \text{ kg/cm}^2$, el cual, si aplicamos el rango de error del equipo del $f'c \pm 15\%$ con 95% de confiabilidad, es decir que le restamos 25 kg/cm^2 se obtiene una resistencia final del concreto de $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ indicando que está por encima del límite establecido por el Manual de Puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones que es de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.
- Se calculó deflexiones mediante el Análisis Estructural en el software SAP 2000 de la superestructura del puente, de los cuales en la losa y la viga diafragma son inferiores a la deflexión máxima calculada según el manual de puente del MTC 2018, que es de $\Delta_{max} = 0.015 \text{ m}$, lo que indica que cumple; Respecto a la viga principal, las deflexiones por *carga permanente* cumple, no obstante, con la carga del *camión HL-93* y la combinación de cargas por *Servicio I*, resulta superior, lo que indica que no cumple con la deflexión máxima según MTC 2018 ($\Delta_{max} = 0.015 \text{ m}$).
- Haciendo una evaluación con respecto a los daños y patologías encontradas, resultó un nivel de vulnerabilidad BAJA con peso de 1, evaluando el nivel de vulnerabilidad con respecto a las características estructurales se obtiene un nivel REGULAR con un peso de 2, con respecto al proceso constructivo se obtiene un nivel de vulnerabilidad BUENO con un peso de 1, y finalmente haciendo el cálculo del índice de vulnerabilidad nos da un valor de 1.4 y llevando este a la Tabla 32, se concluye que el puente carrozable San Martín tiene un GRADO DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL BAJO a nivel de superestructura.

- El grado de vulnerabilidad estructural bajo a nivel de superestructura que me resultó de la investigación realizada, muy aparte de la metodología utilizada, también se debe a la conservación del puente, el cual se mantiene operativo y funcional debido a que el flujo vehicular y peatonal no es constante, por lo que el puente se mantiene en un buen estado hasta la fecha.

VI. RECOMENDACIONES

☞ Del modelado estructural en el SAP 2000 de la viga principal del puente, se obtiene una deflexión, por carga del vehículo CAMIÓN HL-93 y combinación de cargas (SERVICIO I), por encima a lo establecido por el manual de puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones vigente, siendo estos valores obtenidos de 0.0201 y 0.0333 m respectivamente, siendo el parámetro mínimo según el reglamento de 0.015 m.

Del párrafo precedente se recomienda tener en cuenta estas deflexiones en futuras investigaciones del puente, para que dichos datos sean discutidos y proponer limitaciones, así como mejoras.

☞ A la Municipalidad Provincial de Luya-Lamud, realizar el mantenimiento del puente, se observó que la tubería del desagüe se encuentra fracturada y las aguas servidas que conduce terminan cayendo en la cimentación del puente, lo que conlleva al deterioro y debilitación de la subestructura a futuro.

☞ Se recomienda a la juventud estudiantil del distrito de Lamud que son estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de los ciclos inferiores realizar estudios de socavación y a nivel de subestructura del puente carrozable San Martín de Lámud; asimismo, hacer estudios de los puentes y pontones restantes.

☞ Al público en general que emprenden estudios de naturaleza similar al presente estudio de investigación, tomar como fuente para expandir sus conocimientos y tener en cuenta que la metodología utilizada es de aplicación a diferentes tipos de puentes y pontones resultando muy útil para la evaluación de la vulnerabilidad estructural de puentes en general.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- AASHTO. (2020). *LRFD bridge design specifications*. 9na Edicion, American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Aburto, P. (2013). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica del puente pedro de valdivia-chile*. [Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfcia167a/doc/bmfcia167a.pdf>.
- Anžlin a., & Murcia-delso, J. (2018). *On the development of key performance indicators for a rapid on the development of key performance indicators for a rapid*. https://www.researchgate.net/publication/327931631_on_the_development_of_key_performance_indicators_for_a_rapid_seismic_assessment_of_roadway_bridges.
- Barrantes, F. (2017). *Analisis de la vulnerabilidad estructural del puente de la Av. pakamuros de la ciudad de jaen - cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/560>.
- Borja, M. (2016). *Metodología de la Investigación Científica para ingenieros*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://www.academia.edu/33692697/>.
- Borja, M. (2021). Correlación entre la resistencia real del concreto y el ensayo no destructivo de esclerometría para muestras de concreto en el departamento de Lambayeque - Perú. *Tecnohumanismo*, 1(10), 1–15. <https://doi.org/10.53673/th.v1i10.59>
- Bungey, J. (1997). Pruebas no destructivas en Ingeniería Civil, Instituto Británico de Inglaterra.
- Escudero, J. & Segura, L. (2021). *Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica del puente carretero ubicado en la vía nacional PE1N – Moche por el Método del Espectro de Capacidad ante la acción de sismo severo*. [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7839?mode=full>

- Fernández Canovas, M. (1994). *Patología y terapéutica del hormigón armado*. Universidad Politécnica de Madrid.
- García, C. (2006). *Análisis y diseño de puentes de concreto armado, método AASHTO–LRFD Tomo I*. Universidad Nacional de Ingeniería. <https://www.academia.edu/38621453/>.
- Garita, C. (2016). Enfoques de integración de información para sistemas de monitoreo de salud estructural de puentes. *Revista Tecnología En Marcha*, 29(1), 96. <https://doi.org/10.18845/tm.v29i1.2542>
- Grattasat, G. (1983). Vida útil de puentes. *Informes de la construcción*, 34(347), 5–15. <https://doi.org/10.3989/ic.1983.v34.i347.2055>
- Grietaspared (7 de abril 2017). *Diferencia entre grieta y fisura en construcción*. <https://grietaspared.com/diferencia-entre-grieta-y-fisura/>
- Lopez, H. & Salas, D. (2017). *Evaluación e identificación de fallas estructurales en puentes peatonales en concreto armado, detectando las posibles causas y proponiendo acciones correctivas, en la localidad de fontibón*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14494/3/ARTICULO.pdf>.
- Laucata, J. (2013). *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de viviendas informales en la ciudad de trujillo*. [tesis de pregrado, pontificia universidad catolica del peru]. http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4967/1/laucata_johan_analisis_vulnerabilidad_sismica_viviendas_informales_ciudad_trujillo.pdf?sequence=1&isallowed=y.
- Manterola, J. (1984). Evolución de los puentes en la historia reciente. *Informes de la construcción*, 35(359-360), 5–35. <https://doi.org/10.3989/ic.1984.v35.i359-360.1949>
- Mascia, N. T., & Sartorti, A. L. (2011). Identification and analysis of pathologies in bridges of urban and rural roads. *Revista Ingeniería de Construcción*. 26, 5–24. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732011000100001>

- Milani, C. J., & Kripka, M. (2012). *Diagnosis of pathologies in bridges of the road system in brazil*. *Constructii*, 1(july2012), 26–34. http://www.constructii.incd.ro/archive/20121/constructii_2012_vol.13_no.1_id2012130102.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones.(2018). *Manual de puentes*. <https://instop.com.pe/manual-de-puentes-peru-del-mtc/>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones.(2003). *Manual de diseño de puentes*. https://www.academia.edu/7580496/Manual_de_Dise%C3%B1o_de_Puentes_2003
- Payá, V., Serrano, M., Empar, G., Rafael, A., Alejandro.(2011). *Evolución de la resistencia del hormigón con la edad y la temperatura*. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12793/Evoluci%C3%B3n%20resistencia%20hormig%C3%B3n.pdf>
- Salazar, E. G. (2018). *Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús*. [tesis de posgrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1009>
- Suarez, D. (2020). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del puente moche mediante curvas de fragilidad, trujillo 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/26535>
- Zambrano, K. (2017). *Comparación de los ensayos de diamantina y esclerometría de la pavimentación de los jirones japon, portugal y brasil – cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1003>
- Zapata, G. (2018). *Determinación y evaluación de patologías en las estructuras de concreto armado en el módulo n° 01 de la planta de tratamiento de agua potable del Distrito de Bellavista, provincia de Sullana, Departamento de Piura*. [Tesis de grado, Universidad Católica los Angeles Chimbote]. <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/4523>.



ANEXOS

FICHAS DE INSPECCIÓN

FICHA DE INSPECCIÓN		UNTRM		INGENIERÍA CIVIL		
TÍTULO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA DEL PUEBLO CARROZABLE SAN MARTÍN, LÁMUD, AMAZONAS."						
BACHILLER: MENDOZA OLIVARES JUAN CARLOS			ASESOR: Ing. TAFUR REVILLA EMANUEL			
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA						
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUEBLO	NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA PUEBLOS			
DEPARTAMENTO	AMAZONAS	TIPO DE PUEBLO	VALOR	PROPORCIÓN	NIVEL DE VULNERABILIDAD	
PROVINCIA	LUYA	LONGITUD TOTAL	1	<25%	BAJA(B)	
DISTRITO	LAMUD	UNIDAD DE MUESTRA	2	25-50%	MEDIA(M)	
FECHA		UBICACIÓN DEL ELEMENTO	3	50-75%	ALTA(A)	
AÑO DE CONST.		TIPO DE ELEMENTO	4	75-100%	MUY ALTA(MA)	
UNIDAD DE ANALISIS		Nº DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO		ELEMENTO EN ANALISIS	
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUEBLO						
1. GRIETAS	4. DESCASCAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	SUPERESTRUCTURA DE PUEBLO		
2. FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DEFLEXION				
3. DESPRENDIMIENTOS	6. CORROSION DEL CONCRETO	9. EFLORESCENCIA				
FOTOGRAFIAS						
FOTO 01			FOTO 02			
ELEMENTO DE PUEBLO		COMPONENTE DEL PUEBLO				
EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUEBLO CARROZABLE SAN MARTIN						
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS	
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)
		GRIETAS				
		FISURAS				
		DESPRENDIMIENTOS				
		DESCASCAMIENTO				
		CORROSION DEL CONCRETO				
		ACERO EXPUESTO				
		FILTRACION(HUMEDAD)				
		EFLORESCENCIA				
		DEFLEXION				
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA						



Ficha de Inspección. Fuente: Barrantes, 2017

Ficha 1. Unidad de Análisis Uno (U-1)

UNTRM		FICHA DE INSPECCIÓN					INGENIERÍA
TÍTULO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, LÁMUD, AMAZONAS."							
BACHILLER: MENDOZA OLIVARES JUAN CARLOS				ASESOR: Ing. TAFUR REVILLA EMANUEL			
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE	SAN MARTÍN		NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA PUENTES		
DEPARTAMENTO	AMAZONAS	TIPO DE PUENTE	VIGA-LOSA	VALOR	PROPORCIÓN	NIVEL DE VULNERABILIDAD	
PROVINCIA	LUYA	LONGITUD TOTAL	15.00m	1	<25%	BAJA(B)	
DISTRITO	LAMUD	UNIDAD DE MUESTRA	VEREDA PEATONAL	2	25-50%	MEDIA(M)	
FECHA	07/10/2021	UBICACIÓN DEL ELEMENTO	VEREDA PEATONAL DERECHA	3	50-75%	ALTA(A)	
AÑO DE CONST.	2007	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO	4	75-100%	MUY ALTA(MA)	
UNIDAD DE ANALISIS	U-1	Nº DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO	ELEMENTO EN ANALISIS		1	
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	VEREDA PEATONAL	
2. FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DEFLEXION		VIGAS DIAFRAGMAS		LOSA DE TRANSICION	
3. DESPRENDIMIENTO	6. CORROSION DEL CONCRETO	9. EFLORESCENCIA		LOSAS		TABLERO	
FOTOGRAFIAS							
							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		VEREDA PEATONAL DERECHA	
EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
VEREDA PEATONAL DERECHA	10.2	GRIETAS		9.876		96.82%	
		FISURAS	0.21		2.06%		
		DESPRENDIMIENTOS	0.043		0.42%		
		DESCASCAMIENTO					
		CORROSION DEL CONCRETO	0.071		0.70%		
		ACERO EXPUESTO					
		FILTRACION(HUMEDAD)					
		EFLORESCENCIA					
DEFLEXION							
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			0.324	9.876	3.18%	96.82%	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA			1				



Fuente: Elaboración propia a partir de la ficha de inspección de (Barrantes, 2017)

Ficha 2. Unidad de Análisis Dos (U-2)

UNTRM		FICHA DE INSPECCIÓN				INGENIERÍA CIVIL	
TÍTULO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, LÁMUD, AMAZONAS."							
BACHILLER: MENDOZA OLIVARES JUAN CARLOS				ASESOR: Ing. TAFUR REVILLA EMANUEL			
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE		NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA PUENTES			
DEPARTAMENTO	AMAZONAS	TIPO DE PUENTE	VIGA-LOSA	VALOR	PROPORCIÓN	NIVEL DE VULNERABILIDAD	
PROVINCIA	LUYA	LONGITUD TOTAL	15.00 m	1	<25%	BAJA(B)	
DISTRITO	LAMUD	UNIDAD DE MUESTRA	VEREDA PEATONAL	2	25-50%	MEDIA(M)	
FECHA	07/10/2021	UBICACIÓN DEL ELEMENT.	VEREDA PEATONAL IZQUIERDA	3	50-75%	ALTA(A)	
AÑO DE CONST.	2007	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO	4	75-100%	MUY ALTA(MA)	
UNIDAD DE ANALISIS	U-2	Nº DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO	ELEMENTO EN ANALISIS		2	
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCARAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	VEREDA PEATONAL	
2. FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DEFLEXION		VIGAS DIAFRAGMAS		LOSA DE TRANSICION	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. CORROSION DEL CONCRETO	9. EFLORESCENCIA		LOSAS		TABLERO	
FOTOGRAFIAS							
							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		vereda peatonal izquierda	
EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
VEREDA PEATONAL IZQUIERDA	10.2	GRIETAS		10.132		99.33%	
		FISURAS					
		DESPRENDIMIENTOS	0.03		0.29%		
		DESCASCARAMIENTO					
		CORROSION DEL CONCRETO	0.038		0.37%		
		ACERO EXPUESTO					
		FILTRACION(HUMEDAD)					
		EFLORESCENCIA					
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			0.068	10.132	0.67%	99.33%	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA				1			

Fuente: Elaboración propia a partir de la ficha de inspección de (Barrantes, 2017)

Ficha 3. Unidad de Análisis Tres (U-3)

UNTRM		FICHA DE INSPECCIÓN				INGENIERÍA CIVIL	
TÍTULO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, LÁMUD, AMAZONAS."							
BACHILLER: MENDOZA OLIVARES JUAN CARLOS				ASESOR: Ing. TAFUR REVILLA EMANUEL			
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE		NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA PUENTES			
DEPARTAMENTO	AMAZONAS	TIPO DE PUENTE	SAN MARTÍN	VALOR	PROPORCIÓN	NIVEL DE VULNERABILIDAD	
PROVINCIA	LUYA	LONGITUD TOTAL	15.00 m	1	<25%	BAJA(B)	
DISTRITO	LAMUD	UNIDAD DE MUESTRA	VIGA PRINCIPAL	2	25-50%	MEDIA(M)	
FECHA	09/10/2021	UBICACIÓN DEL ELEMENT.	VIGA PRINCIPAL IZAQUIERDA	3	50-75%	ALTA(A)	
AÑO DE CONST.	2007	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO	4	75-100%	MUY ALTA(MA)	
UNIDAD DE ANALISIS	U-3	Nº DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO	ELEMENTO EN ANALISIS		3	
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	VEREDA PEATONAL	
2. FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DEFLEXION		VIGAS DIAFRAGMAS		LOSA DE TRANSICION	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. CORROSION DEL CONCRETO	9. EFLORESCENCIA		LOSAS		TABLERO	
FOTOGRAFIAS							
							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		VIGA PRINCIPAL IZQUIERDA	
EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
VIGA PRINCIPAL IZQUIERDA	6.30	GRIETAS		5.92		94.00%	
		FISURAS					
		DESPRENDIMIENTOS	0.048		0.76%		
		DESCASCAMIENTO	0.29		4.60%		
		CORROSION DEL CONCRETO					
		ACERO EXPUESTO					
		FILTRACION(HUMEDAD)					
		EFLORESCENCIA	0.04		0.63%		
		DEFLEXION					
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA FECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			0.378	5.92	6.00%	94.00%	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA				1			



Fuente: Elaboración propia a partir de la ficha de inspección de (Barrantes, 2017)

Ficha 4. Unidad de Análisis Cuatro (U-4)

UNTRM		FICHA DE INSPECCIÓN				INGENIERIA CIVIL	
TÍTULO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, LÁMUD, AMAZONAS."							
BACHILLER: MENDOZA OLIVARES JUAN CARLOS				ASESOR: Ing. TAFUR REVILLA EMANUEL			
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE		SAN MARTÍN		NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA PUENTES	
DEPARTAMENTO	AMAZONAS	TIPO DE PUENTE	VIGA-LOSA	VALOR		PROPORCIÓN	
PROVINCIA	LUYA	LONGITUD TOTAL	15.00 m	1		<25%	BAJA(B)
DISTRITO	LAMUD	UNIDAD DE MUESTRA	VIGA PRINCIPAL	2		25-50%	MEDIA(M)
FECHA	09/10/2021	UBICACIÓN DEL ELEMENT.	VIGA PRINCIPAL DERECHA	3		50-75%	ALTA(A)
AÑO DE CONST.	2007	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO	4		75-100%	MUY ALTA(MA)
UNIDAD DE ANALISIS	U-4	Nº DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO	ELEMENTO EN ANALISIS			4
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCARAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	VEREDA PEATONAL	
2. FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DEFLEXION		VIGAS DIAFRAGMAS		LOSA DE TRANSICION	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. CORROSION DEL CONCRETO	9. EFLORESCENCIA		LOSAS		TABLERO	
FOTOGRAFIAS							
							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		VIGA PRINCIPAL DERECHA	
EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
VIGA PRINCIPAL DERECHA	6.30	GRIETAS		6.16	2.22%	97.78%	
		FISURAS					
		DESPRENDIMIENTOS					
		DESCASCARAMIENTO	0.14				
		CORROSION DEL CONCRETO					
		ACERO EXPUESTO					
		FILTRACION(HUMEDAD)					
		EFLORESCENCIA					
		DEFLEXION					
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA FECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			0.14	6.16	2.22%	97.78%	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA				1			



Fuente: Elaboración propia a partir de la ficha de inspección de (Barrantes, 2017)

Ficha 5. Unidad de Análisis Cinco (U-5)

UNTRAM		FICHA DE INSPECCIÓN				INGENIERÍA CIVIL	
TÍTULO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, LÁMUD, AMAZONAS."							
BACHILLER: MENDOZA OLIVARES JUAN CARLOS				ASESOR: Ing. TAFUR REVILLA EMANUEL			
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE	SAN MARTÍN		NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA PUENTES		
DEPARTAMENTO	AMAZONAS	TIPO DE PUENTE	VIGA-LOSA	VALOR		PROPORCIÓN	
PROVINCIA	LUYA	LONGITUD TOTAL	15.00 m	1	<25%	BAJA(B)	
DISTRITO	LAMUD	UNIDAD DE MUESTRA	VIGA DIAFRAGMA (VD)	2	25-50%	MEDIA(M)	
FECHA	09/10/2021	UBICACIÓN DEL ELEMENT.	VIGA DIAFRAGMA	3	50-75%	ALTA(A)	
AÑO DE CONST.	2007	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO	4	75-100%	MUY ALTA(MA)	
UNIDAD DE ANALISIS	U-5	Nº DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO	ELEMENTO EN ANALISIS		5	
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	VEREDA PEATONAL	
2. FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DEFLEXION		VIGAS DIAFRAGMAS		LOSA DE TRANSICION	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. CORROSION DEL CONCRETO	9. EFLORESCENCIA		LOSAS		TABLERO	
FOTOGRAFIAS							
							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		VIGA DIAFRAGMA(VD)	
EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
VIGAS DIAFRAGMA	3.96	GRIETAS		2.67		67.42%	
		FISURAS					
		DESPRENDIMIENTOS	0.07		1.77%		
		DESCASCAMIENTO					
		CORROSION DEL CONCRETO	0.18		4.55%		
		ACERO EXPUESTO	0.06		1.52%		
		FILTRACION(HUMEDAD)					
		EFLORESCENCIA	0.98		24.75%		
		DEFLEXION					
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA FECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			1.29	2.67	32.58%	67.42%	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA				2			



Fuente: Elaboración propia a partir de la ficha de inspección de (Barrantes, 2017)

Ficha 6. Unidad de Análisis Seis (U-6)

UNTRM		FICHA DE INSPECCIÓN				INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALIMA	
TÍTULO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, LÁMUD, AMAZONAS."							
BACHILLER: MENDOZA OLIVARES JUAN CARLOS				ASESOR: Ing. TAFUR REVILLA EMANUEL			
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE		NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA PUENTES			
DEPARTAMENTO	AMAZONAS	TIPO DE PUENTE	VIGA-LOSA	VALOR	PROPORCIÓN	NIVEL DE VULNERABILIDAD	
PROVINCIA	LUYA	LONGITUD TOTAL	15.00 m	1	<25%	BAJA(B)	
DISTRITO	LAMUD	UNIDAD DE MUESTRA	TABLERO (TA)	2	25-50%	MEDIA(M)	
FECHA	09/10/2021	UBICACIÓN DEL ELEMENT.	TABLERO	3	50-75%	ALTA(A)	
AÑO DE CONST.	2007	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO	4	75-100%	MUY ALTA(MA)	
UNIDAD DE ANALISIS	U-6	N° DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO	ELEMENTO EN ANALISIS			6
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	VEREDA PEATONAL	
2. FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DEFLEXION		VIGAS DIAFRAGMAS		LOSA DE TRANSICION	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. CORROSION DEL CONCRETO	9. EFLORESCENCIA		LOSAS		TABLERO	
FOTOGRAFIAS							
							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		TABLERO	
EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
TABLERO(TA)	37.40	GRIETAS		30.61		81.84%	
		FISURAS					
		DESPRENDIMIENTOS					
		DESCASCAMIENTO					
		CORROSION DEL CONCRETO	6.55		17.51%		
		ACERO EXPUESTO	0.24		0.64%		
		FILTRACION(HUMEDAD)					
		EFLORESCENCIA					
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA FECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			6.79	30.61	18.16%	81.84%	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA				1			

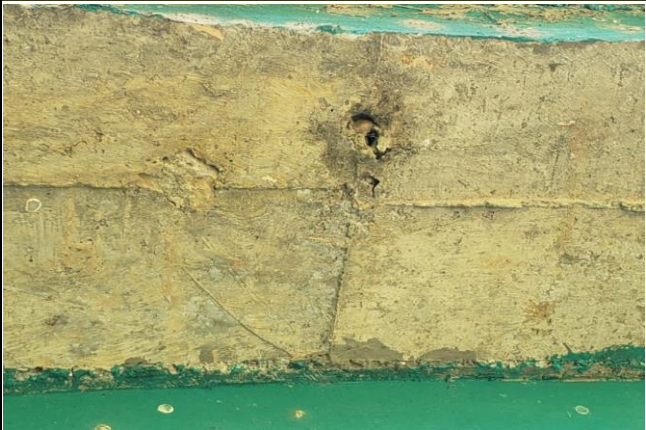

Fuente: Elaboración propia a partir de la ficha de inspección de (Barrantes, 2017)

Ficha 7. Unidad de Análisis Siete (U-7)

UNTRM		FICHA DE INSPECCIÓN				INGENIERÍA CIVIL	
TÍTULO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, LÁMUD, AMAZONAS."							
BACHILLER: MENDOZA OLIVARES JUAN CARLOS				ASESOR: Ing. TAFUR REVILLA EMANUEL			
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE	SAN MARTÍN		NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA PUENTES		
DEPARTAMENTO	AMAZONAS	TIPO DE PUENTE	VIGA-LOSA	VALOR		PROPORCIÓN	
PROVINCIA	LUYA	LONGITUD TOTAL	15.00 m	1	<25%	BAJA(B)	
DISTRITO	LAMUD	UNIDAD DE MUESTRA	LOSA	2	25-50%	MEDIA(M)	
FECHA	09/10/2021	UBICACIÓN DEL ELEMENT.	LOSA MARGEN DERECHO	3	50-75%	ALTA(A)	
AÑO DE CONST.	2007	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO	4	75-100%	MUY ALTA(MA)	
UNIDAD DE ANALISIS	U-7	N° DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO	ELEMENTO EN ANALISIS		7	
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	VEREDA PEATONAL	
2. FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DEFLEXION		VIGAS DIAFRAGMAS		LOSA DE TRANSICION	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. CORROSION DEL CONCRETO	9. EFLORESCENCIA		LOSAS		TABLERO	
FOTOGRAFIAS							
							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		LOSA MARGEN DERECHO	
EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
LOSA MARGEN DERECHO	8.25	GRIETAS		7.915		95.94%	
		FISURAS					
		DESPRENDIMIENTOS	0.095		1.15%		
		DESCASCAMIENTO					
		CORROSION DEL CONCRETO					
		ACERO EXPUESTO					
		FILTRACION(HUMEDAD)					
		EFLORESCENCIA	0.24		2.91%		
DEFLEXION							
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA FECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			0.335	7.915	4.06%	95.94%	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA				1			

Fuente: Elaboración propia a partir de la ficha de inspección de (Barrantes, 2017)

Ficha 8. Unidad de Análisis Ocho (U-8)

UNTRM		FICHA DE INSPECCIÓN				INGENIERÍA CIVIL	
		TÍTULO: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, LÁMUD, AMAZONAS."					
BACHILLER: MENDOZA OLIVARES JUAN CARLOS				ASESOR: Ing. TAFUR REVILLA EMANUEL			
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA							
UBICACIÓN		NOMBRE DEL PUENTE		NIVEL DE VULNERABILIDAD ADAPTADO PARA PUENTES			
DEPARTAMENTO	AMAZONAS	TIPO DE PUENTE	VIGA-LOSA	VALOR	PROPORCIÓN	NIVEL DE VULNERABILIDAD	
PROVINCIA	LUYA	LONGITUD TOTAL	15.00 m	1	<25%	BAJA(B)	
DISTRITO	LAMUD	UNIDAD DE MUESTRA	LOSA	2	25-50%	MEDIA(M)	
FECHA	09/10/2021	UBICACIÓN DEL ELEMENT.	LOSA MAREGEN IZQUIRDO	3	50-75%	ALTA(A)	
AÑO DE CONST.	2007	TIPO DE ELEMENTO	CONCRETO ARMADO	4	75-100%	MUY ALTA(MA)	
UNIDAD DE ANALISIS	U-8	Nº DE TRAMOS	SIMPLEMENTE APOYADO	ELEMENTO EN ANALISIS		8	
DAÑOS ENCONTRADOS EN EL PUENTE							
1. GRIETAS	4. DESCASCARAMIENTO	7. FILTRACION (HUMEDAD)	ELEMENTOS ANALIZADOS	VIGAS PRINCIPALES	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE	VEREDA PEATONAL	
2.FISURAS	5. ACERO EXPUESTO	8. DEFLEXION		VIGAS DIAFRAGMAS		LOSA DE TRANSICION	
3. DESPRENDIMIENTOS	6. CORROSION DEL CONCRETO	9.EFLORESCENCIA		LOSAS		TABLERO	
FOTOGRAFIAS							
							
ELEMENTO DE PUENTE		SUPERESTRUCTURA		COMPONENTE DEL PUENTE		LOSA MARGEN IZQUIERDO	
EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTIN							
COMPONENTE	AREA DE COMPONENTE (m2)	DAÑOS ENCONTRADOS	AREA AFECTADA (m2)	AREA NO AFECTADA (m2)	ESTADISTICAS		
					AREA AFECTADA (%)	AREA NO AFECTADA (%)	
LOSA MARGEN IZQUIERDO	8.25	GRIETAS		7.98	2.42%	96.73%	
		FISURAS					
		DESPRENDIMIENTOS	0.2				
		DESCASCARAMIENTO					
		CORROSION DEL CONCRETO					
		ACERO EXPUESTO					
		FILTRACION(HUMEDAD)					
		EFLORESCENCIA	0.07				0.85%
DEFLEXION							
RESULTADO FINAL			TOTAL DE AREA FECTADA (m2)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (m2)	TOTAL DE AREA AFECTADA (%)	TOTAL DE AREA NO AFECTADA (%)	
			0.27	7.98	3.27%	96.73%	
NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA MUESTRA				1			

Fuente: Elaboración propia a partir de la ficha de inspección de (Barrantes, 2017)

FOTOGRAFÍAS DE CAMPO

R	$\alpha-90^\circ$	$\alpha-45^\circ$	0°	$\alpha+45^\circ$	$\alpha+90^\circ$
20	125	115			
21	135	125			
22	145	135	110		
23	160	145	120		
24	170	160	130		
25	180	170	140	100	
26	198	185	158	115	
27	210	200	165	130	105
28	220	210	180	140	120
29	238	220	190	150	138
30	250	238	210	170	145
31	260	250	220	180	160
32	280	265	238	190	170
33	290	280	250	210	190
34	310	290	260	220	200
35	320	310	280	238	218
36	340	320	290	250	230
37	350	340	310	265	245
38	370	350	320	280	260
39	380	370	340	300	280
40	400	380	350	310	295
41	410	400	370	330	310
42	425	415	380	345	325
43	440	430	400	360	340
44	460	450	420	380	360
45	470	460	430	395	375
46	490	480	450	410	390
47	500	495	465	430	410
48	520	510	480	445	430
49	540	525	500	460	445
50	550	540	515	480	460
51	570	560	530	500	480
52	580	570	550	515	500
53	600	590	565	530	520
54	MAS DE 600	MAS DE 600	580	550	530
55	MAS DE 600	MAS DE 600	600	570	550

Fotografía 01: hoja de angulos de impacto del esclerometro.



Fotografía 02: Esclerometro modelo ZC3-A, utilizado en el ensayo no destructivo.



Fotografía 03: Detector de metales utilizado previa aplicación del esclerómetro.



Fotografía 04: Aplicación del matillo de rebote (esclerómetro)



fotografía 05: Aplicación de detector de metales en viga Principal.



Fotografía 06: Medición de fallas en vigas y losa.



Fotografía 07: detección de fallas en puente y vista de las vigas diafragmas.



Fotografía 08: Levantamiento topográfico del puente carrozable San Martin, Lámud.



Fotografía 09: Medición de la base de la viga longitudinal.

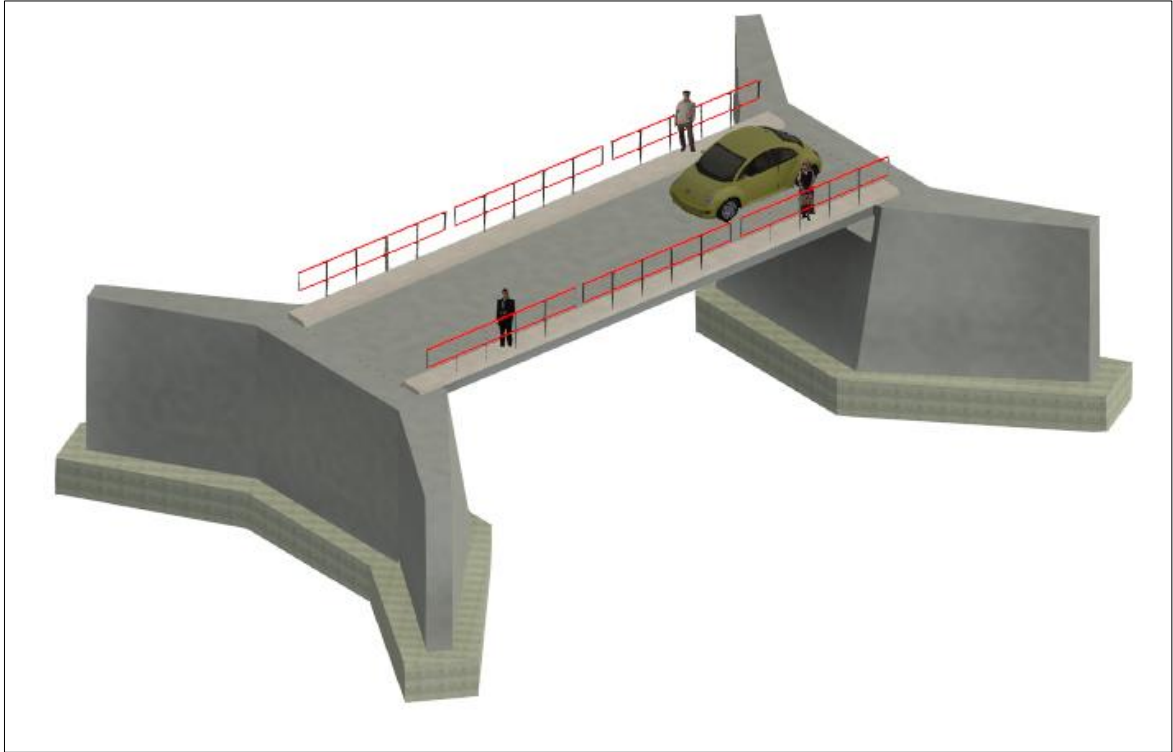


Imagen 01: Modelado del puente San Martín en Revit 2023, Vista 3D.

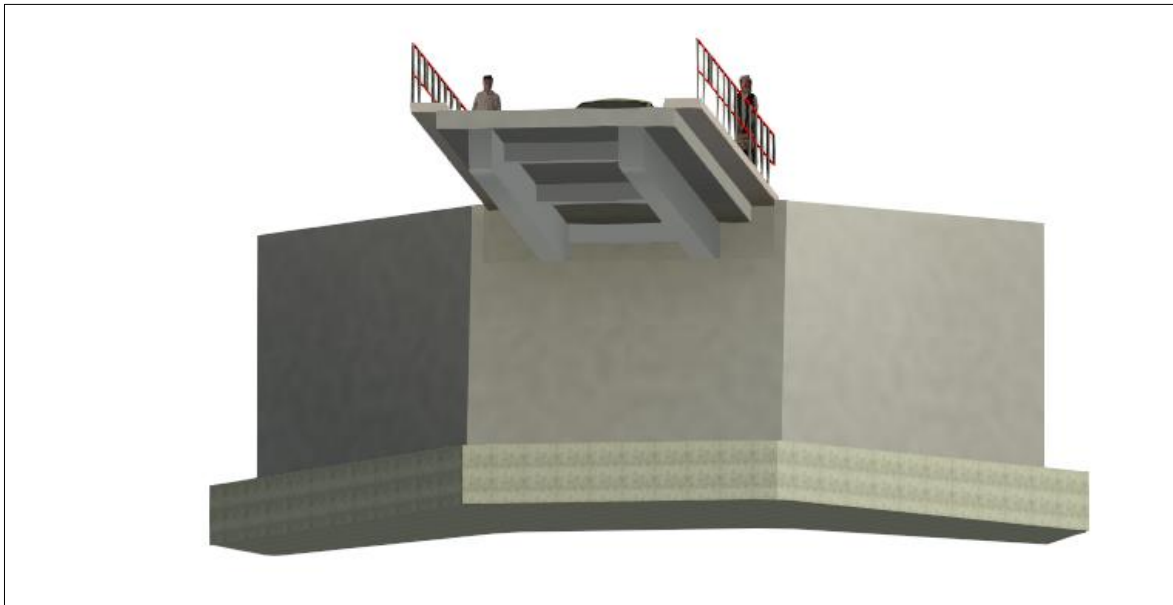


Imagen 02: Modelo y seccionado del puente San Martín en Revit 2023, Vista 3D.

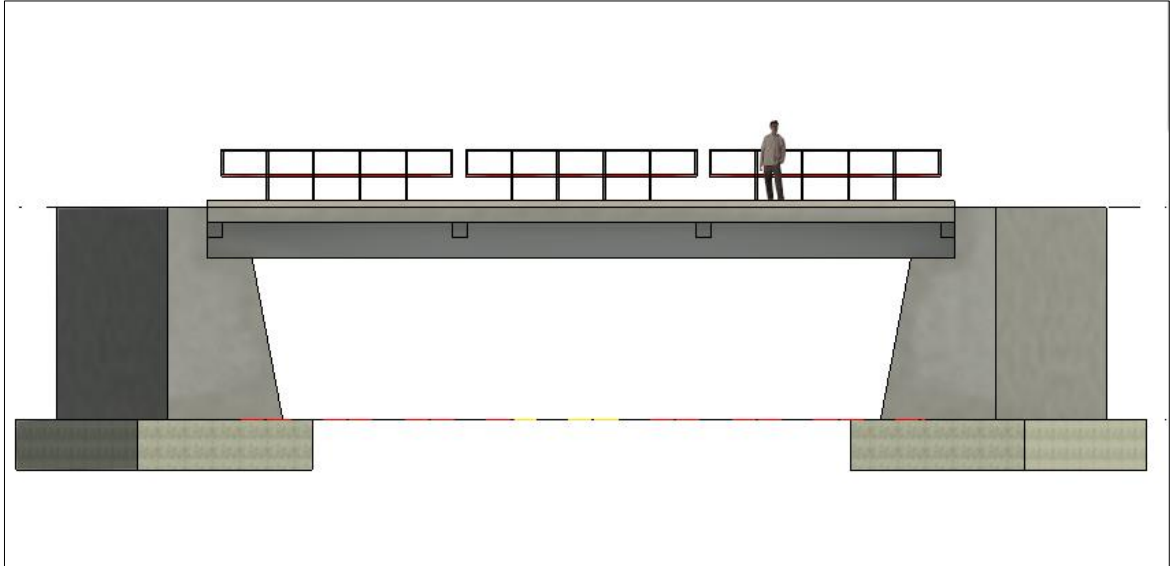


Imagen 03: Modelado en Revit 2023, vista en sección longitudinal del puente San Martín.

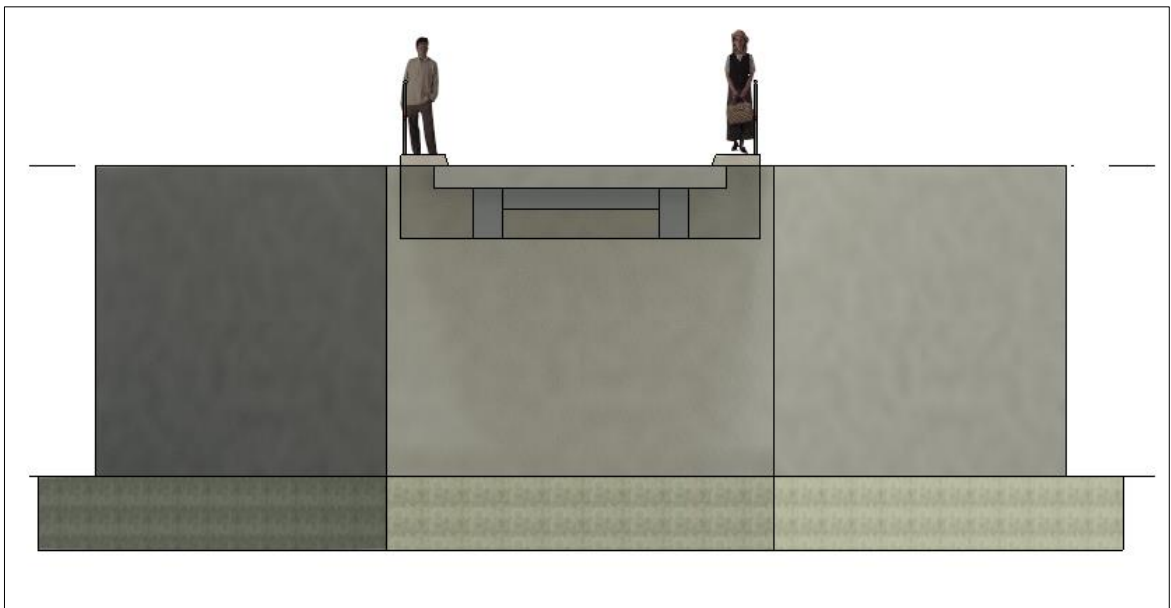
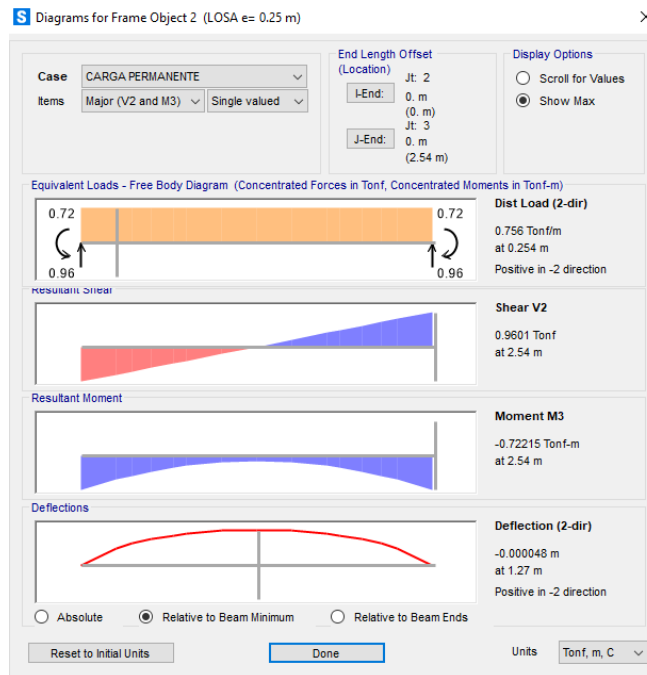


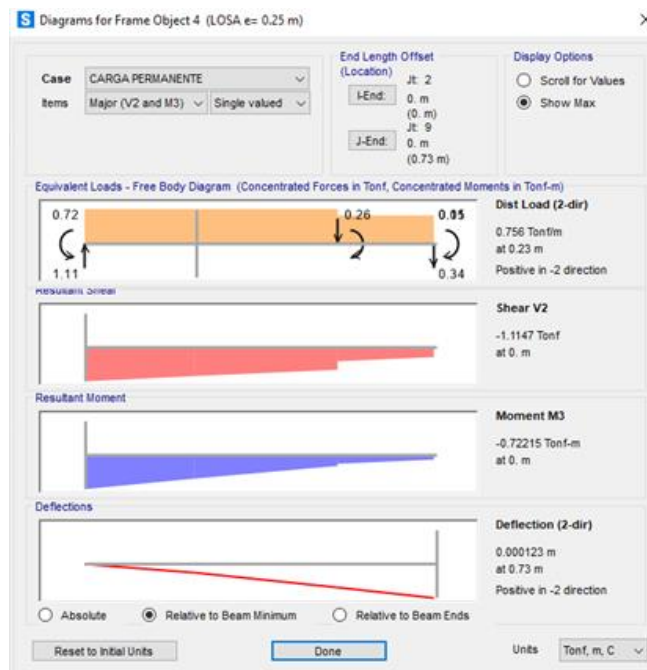
Imagen 04: Modelado en Revit 2023, vista en sección transversal del puente San Martín.

ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN EL SOFTWARE SAP 2000

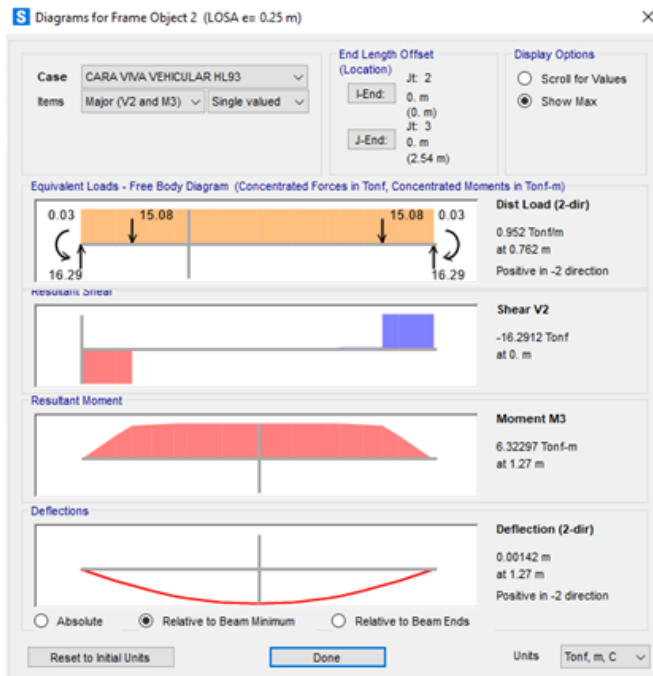
LOSA DEL PUENTE:



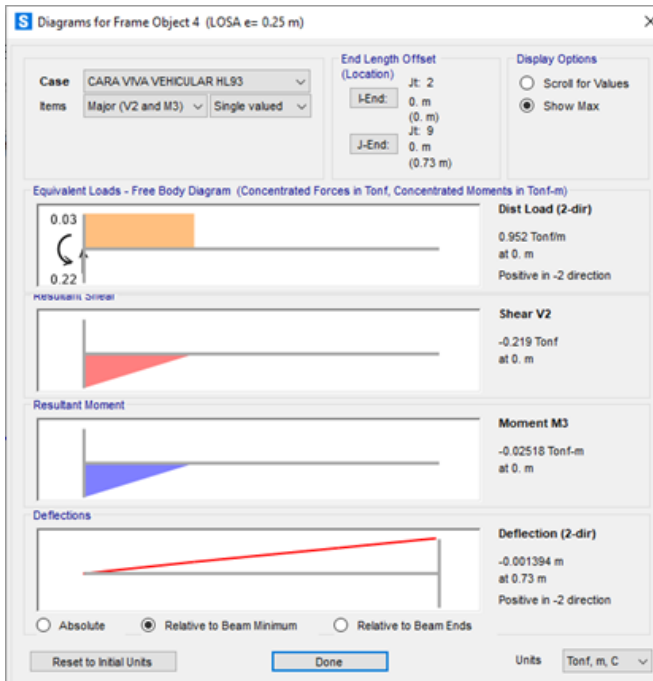
Fotografía 10: Deflexión máxima en losa interior, por carga permanente. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0



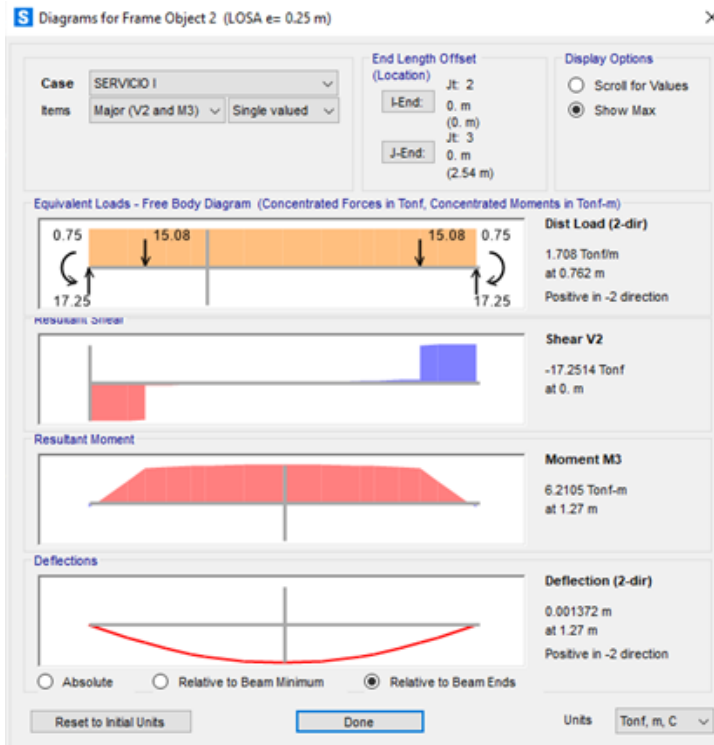
Fotografía 11: Deflexión máxima de la losa en voladizo, por carga permanente. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0



Fotografía 12: Deflexión máxima de la losa interior debido a la carga viva vehicular. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0



Fotografía 13: Deflexión máxima de la losa en voladizo, debido a la carga viva vehicular. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0

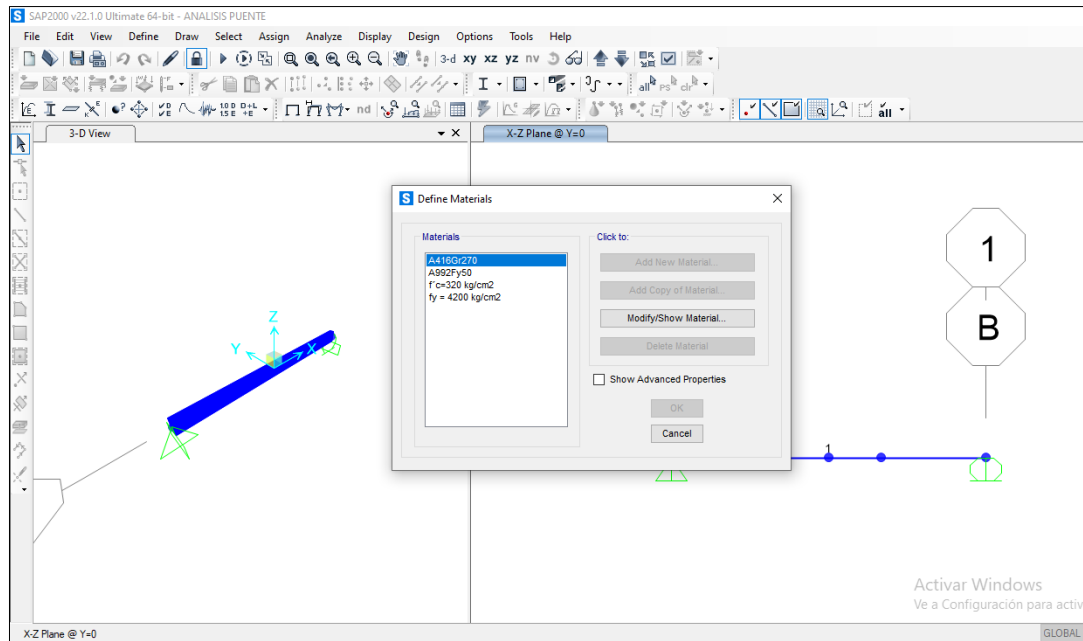


Fotografía 14: Deflexión máxima en losa interior, por SERVICIO I. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0

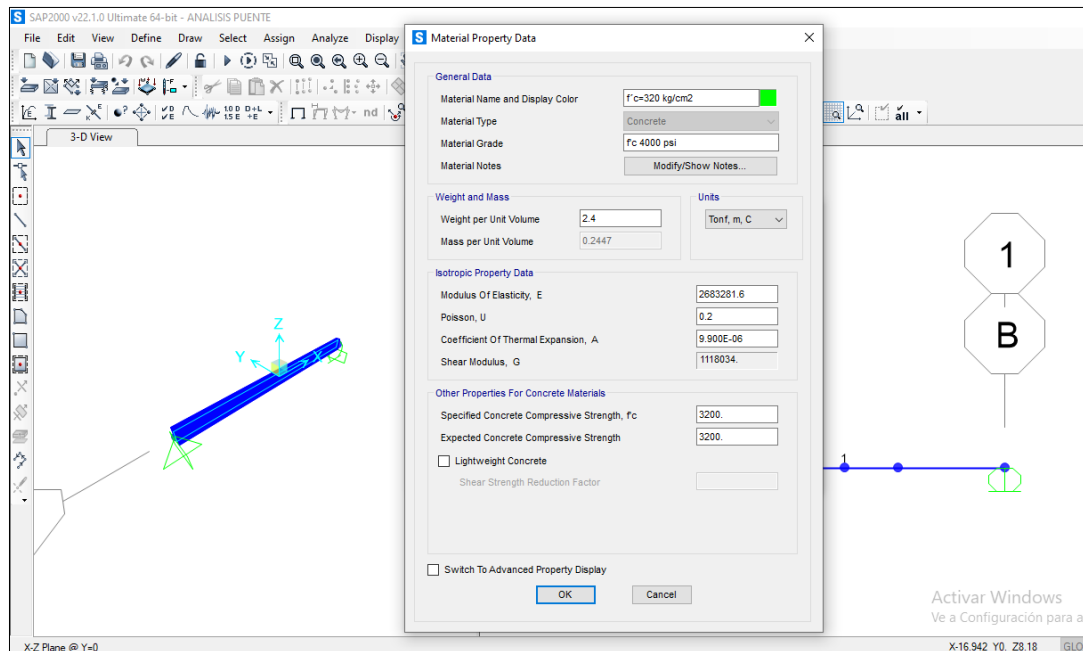


Fotografía 15: Deflexión máxima de la losa en voladizo, SERVICIO I. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0

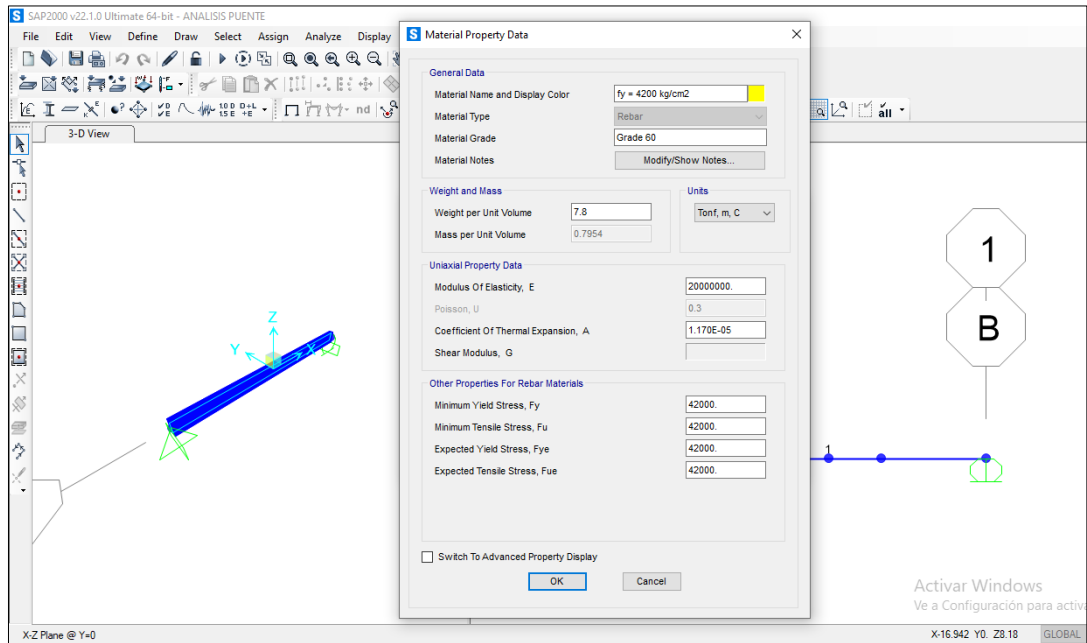
VIGAS PRINCIPALES:



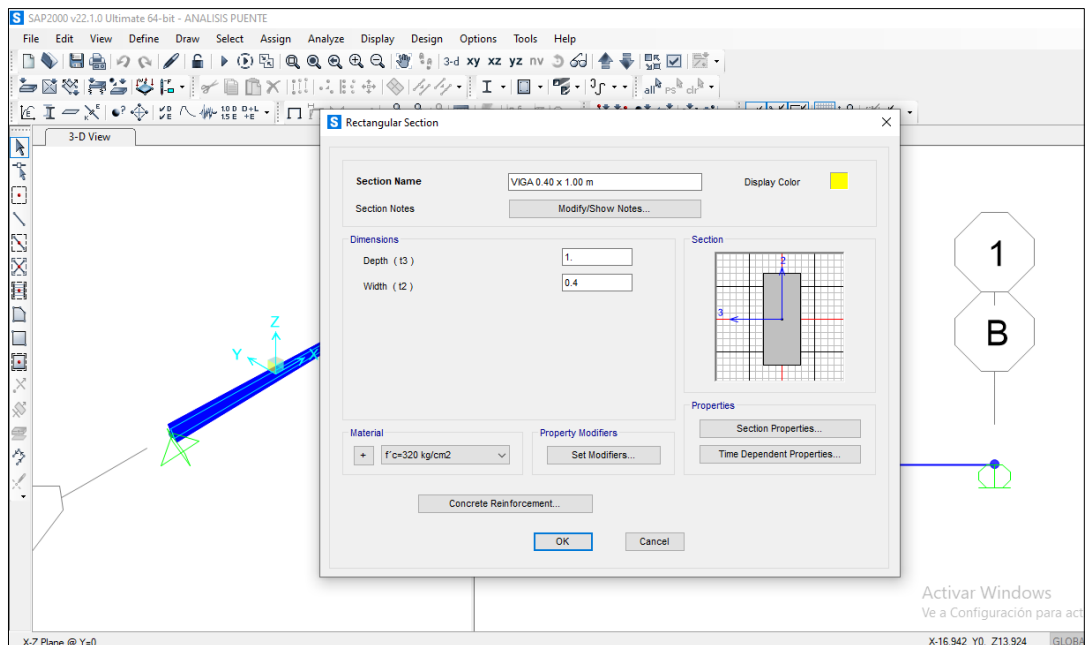
Fotografía 16. Definición de materiales, concreto y acero de refuerzo. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0



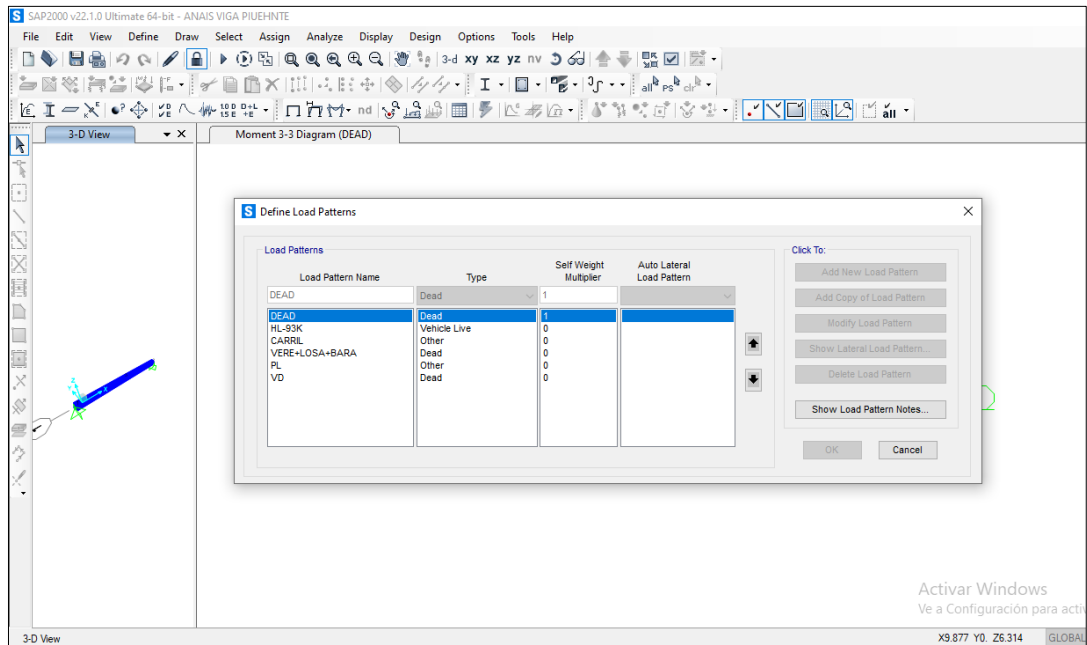
Fotografía 17. Definición de propiedades del concreto $F'c = 320 \text{ kg/cm}^2$. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0



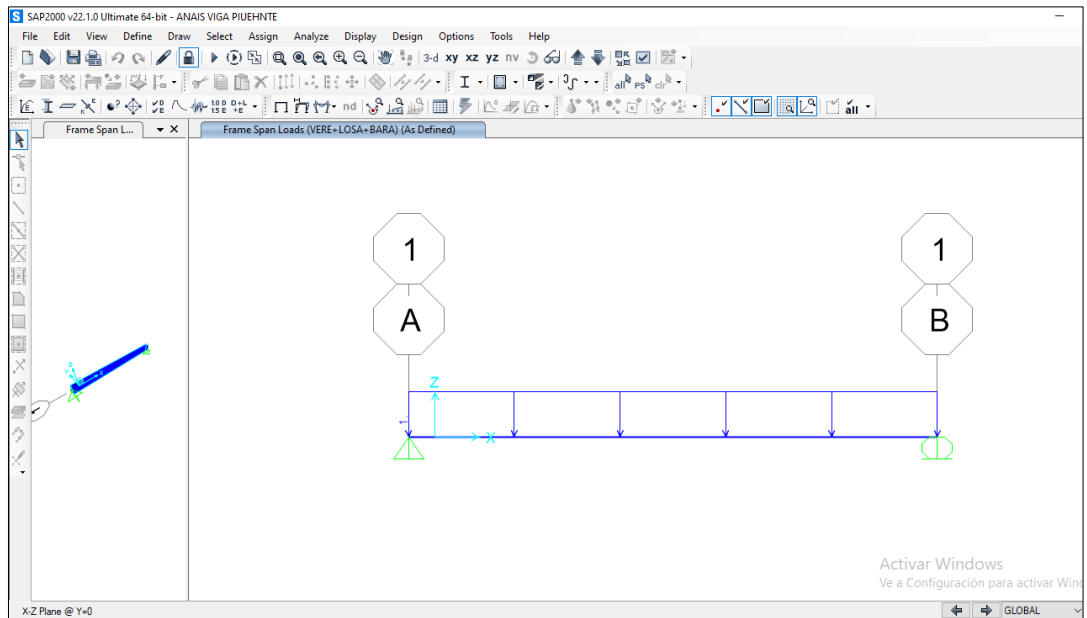
Fotografía 18. Definición de propiedades del acero $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0



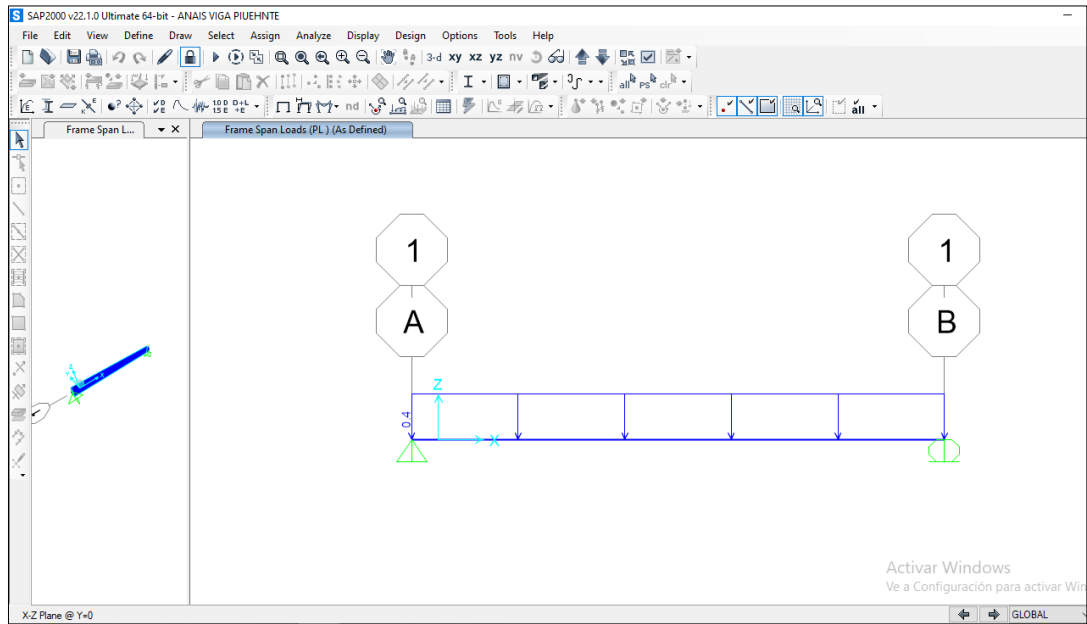
Fotografía 19. Definición de sección de la viga principal. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0



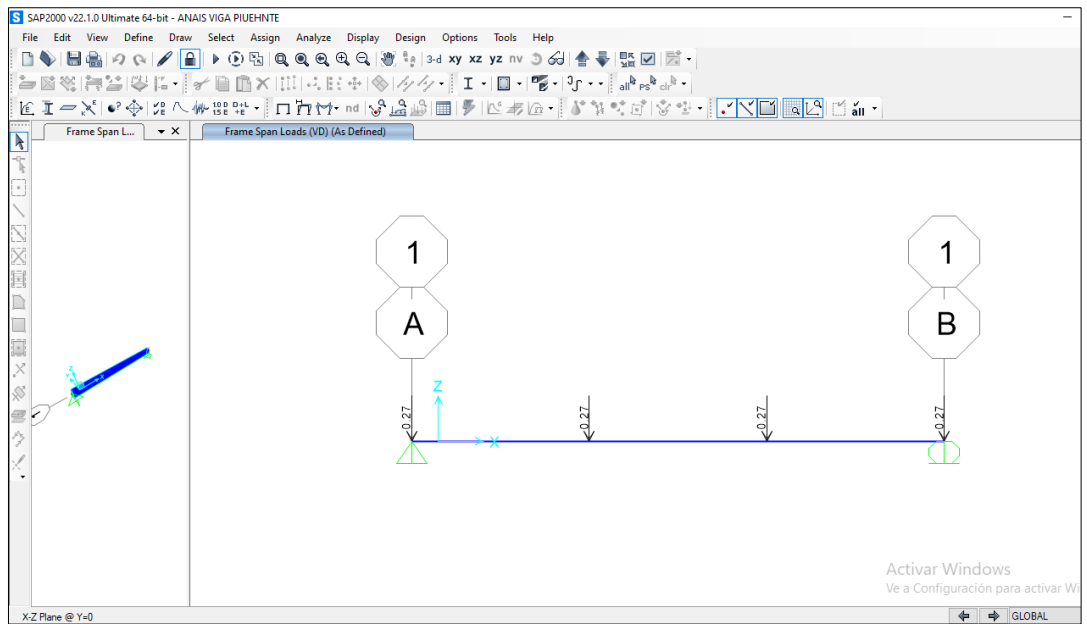
Fotografía 20. Definición de los patrones de carga. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0



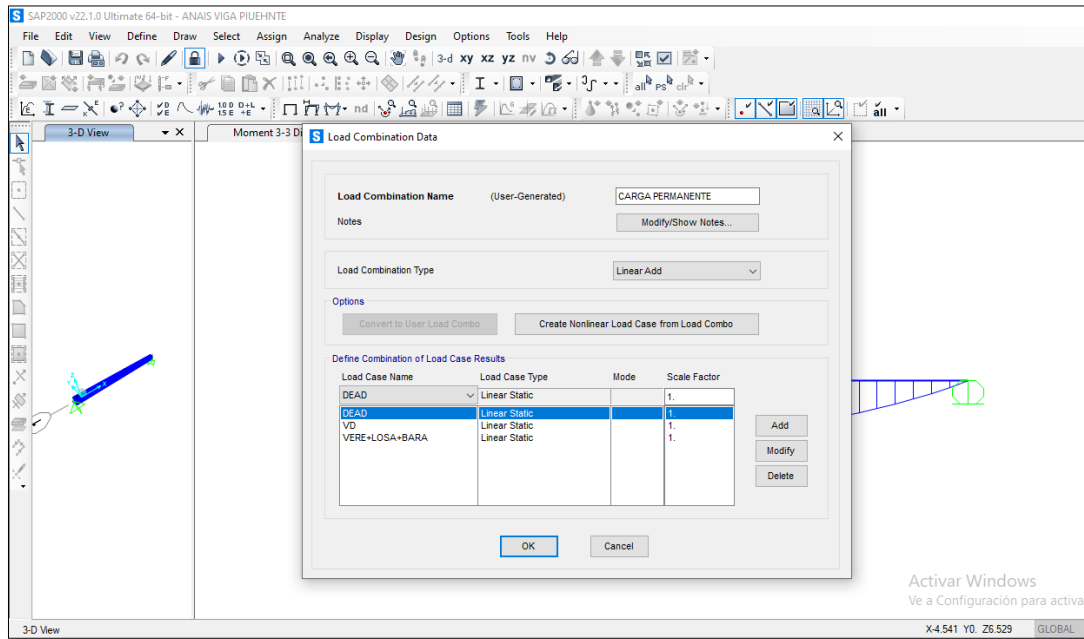
Fotografía 21. Asignación de cargas de vereda, losa y baranda. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0



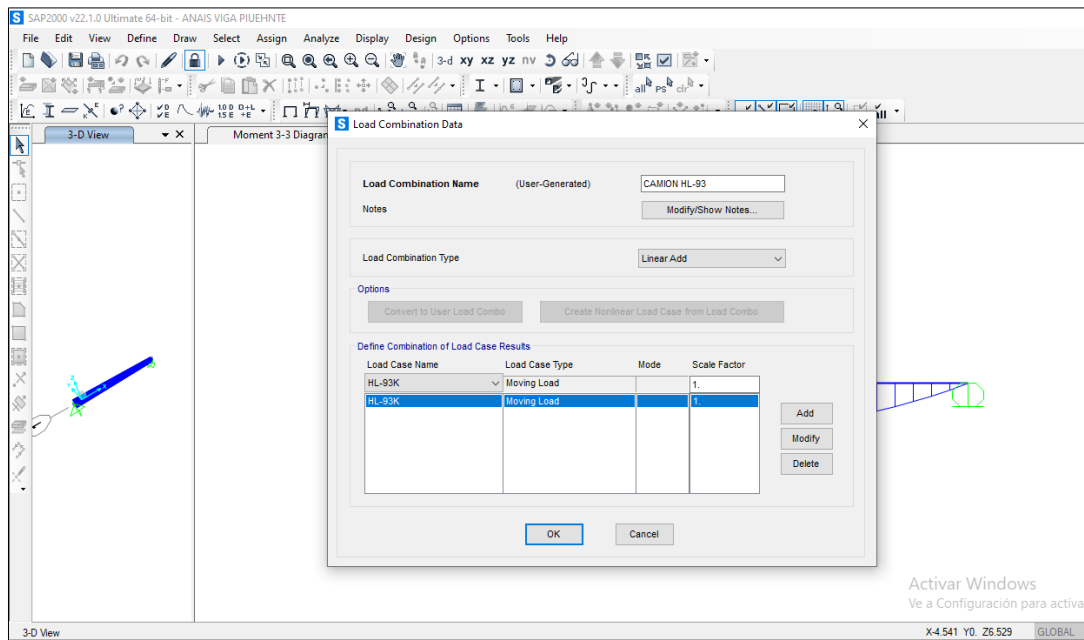
Fotografía 22. Asignación de carga peatonal. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0



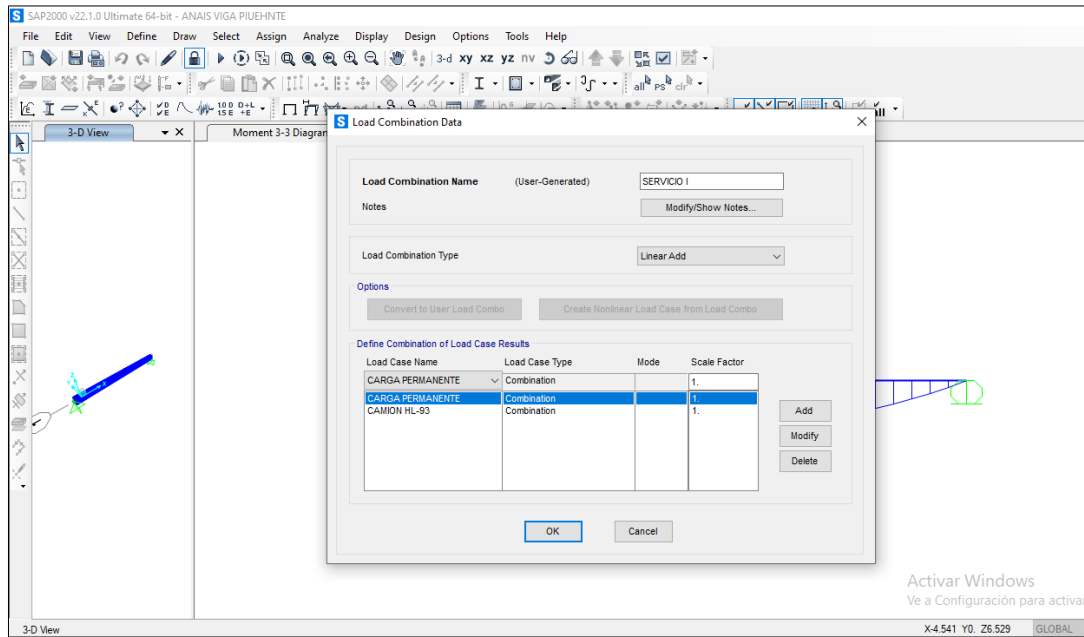
Fotografía 23. Asignación de carga de viga diafragma. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0



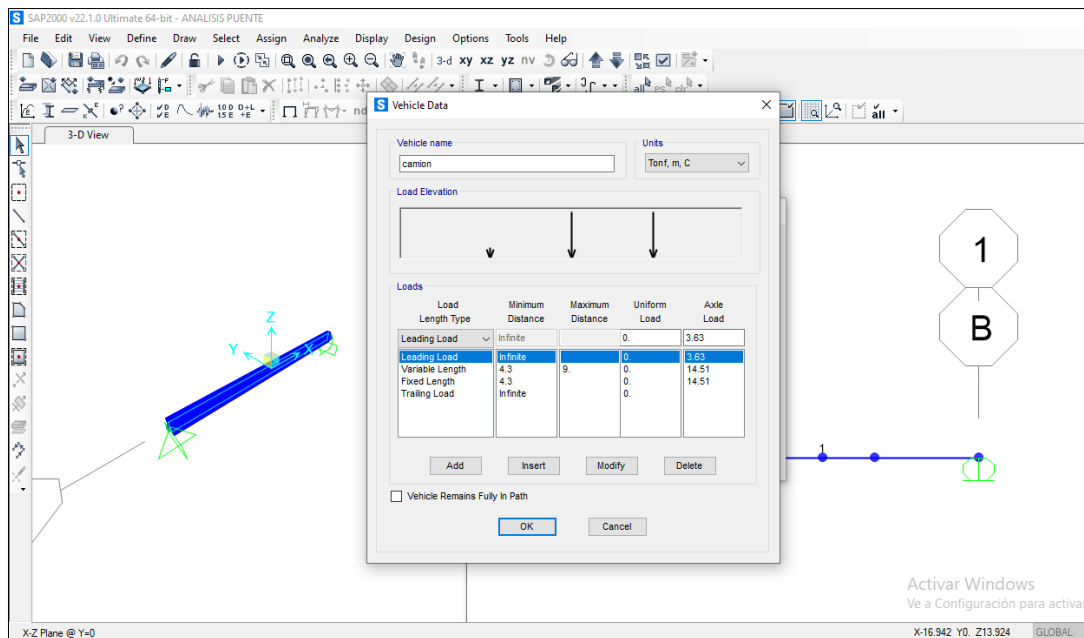
Fotografía 24. Combinación de carga permanente. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0



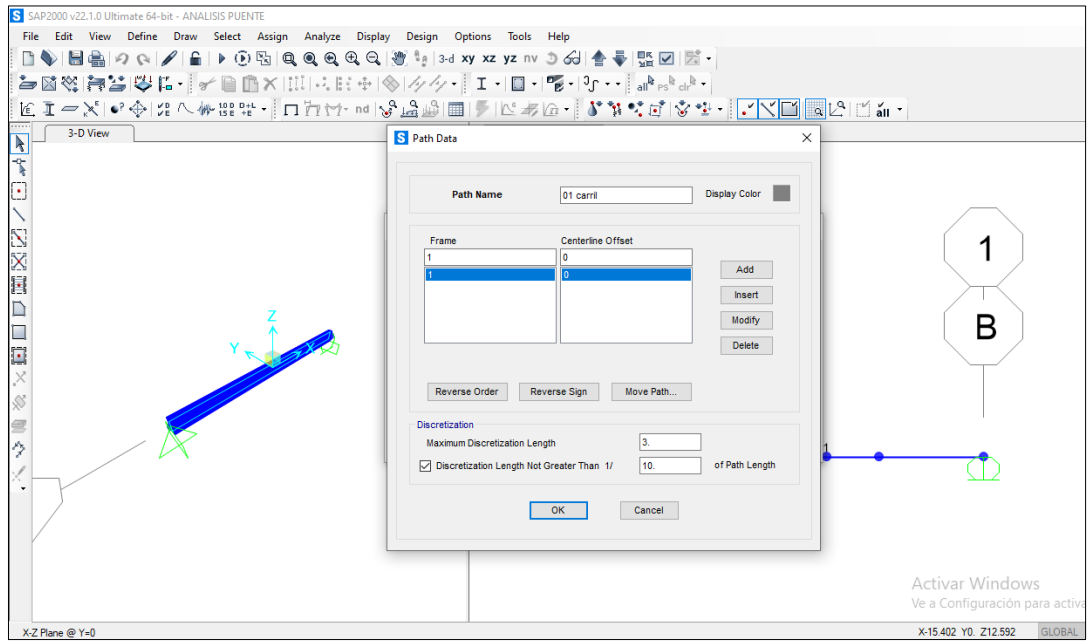
Fotografía 25. Combinación de carga camión HL-93. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0



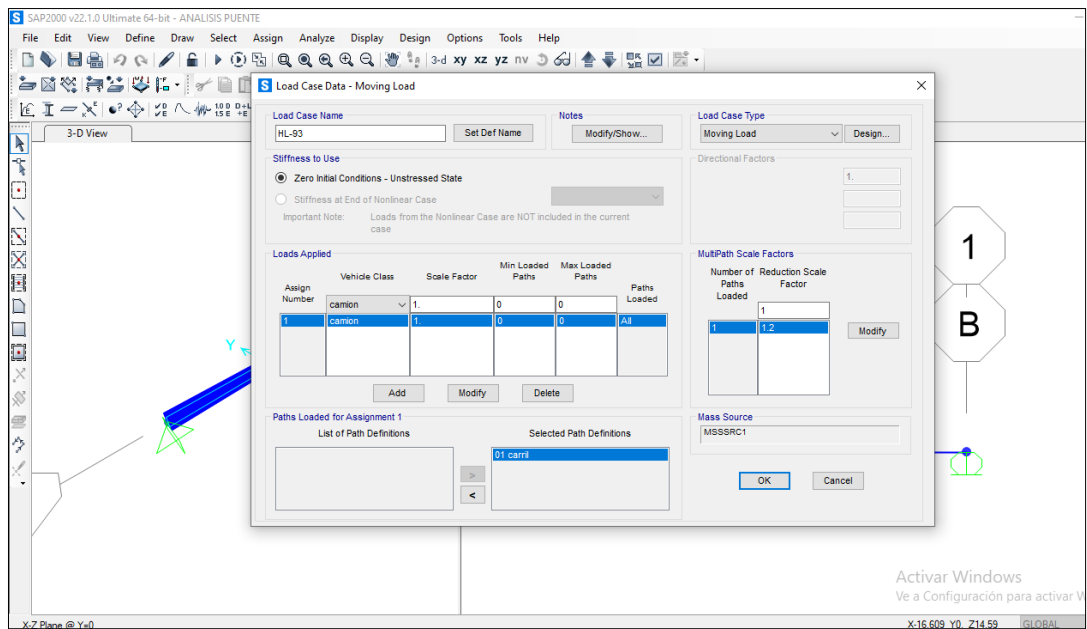
Fotografía 26. Combinación de carga por SERVICIO I. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0



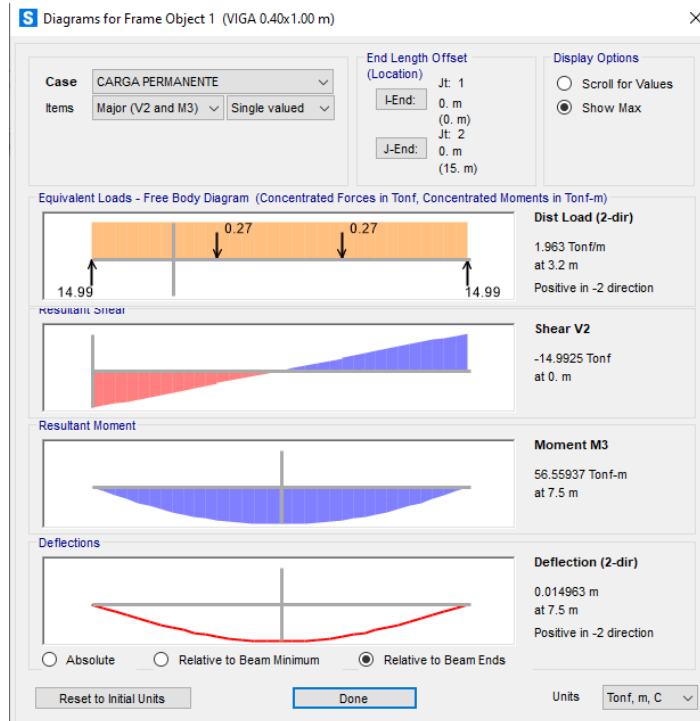
Fotografía 27. Definición del vehículo camión HL-93. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0



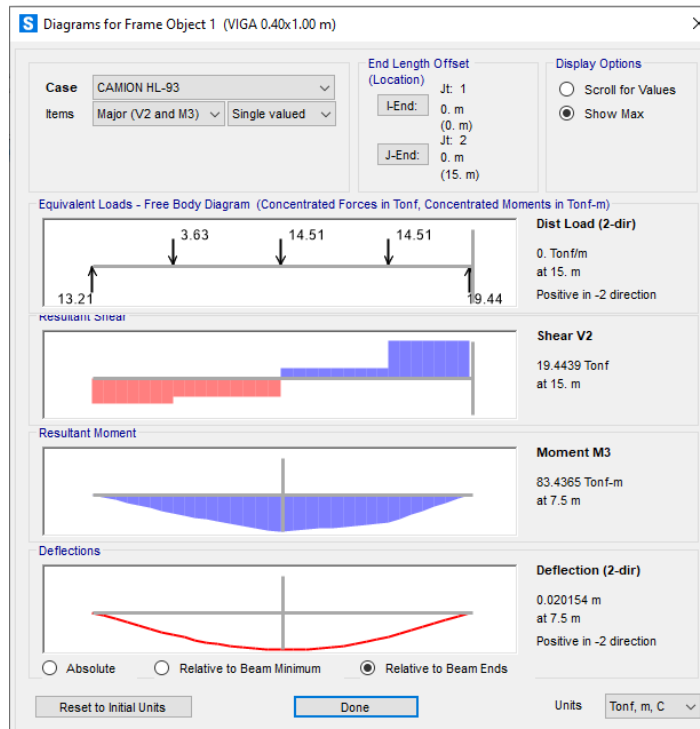
Fotografía 28. Definición del carril. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0



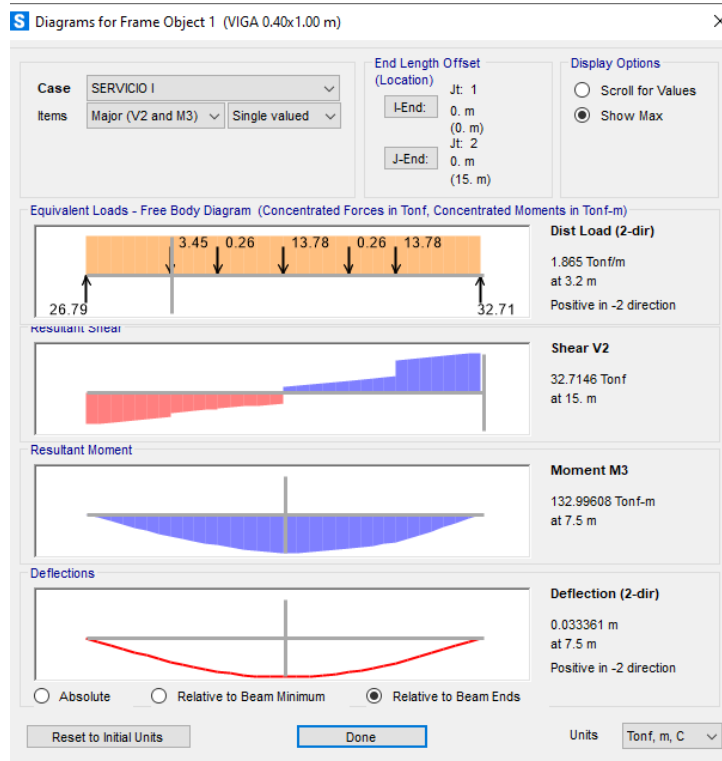
Fotografía 29. Definición de caso de carga del vehículo camión HL-93. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0



Fotografía 30: Deflexión máxima en la viga principal, por carga permanente. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0

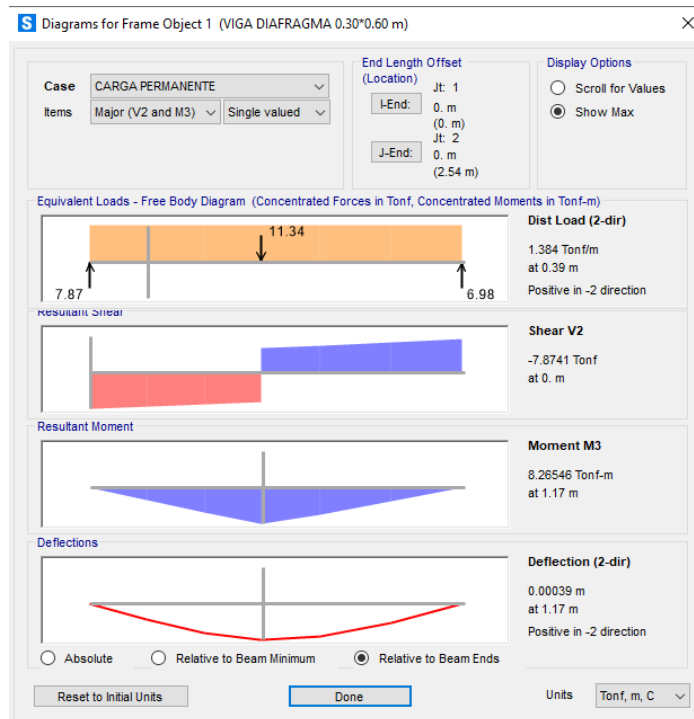


Fotografía 31: Deflexión máxima en la viga principal, debido a la carga viva vehicular. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0

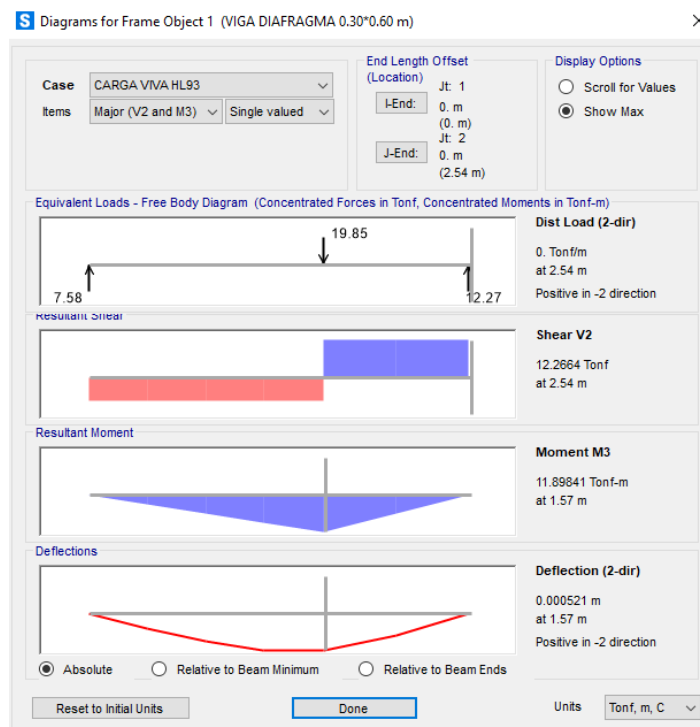


Fotografía 32: Deflexión máxima en la viga principal, por SERVICIO I. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0

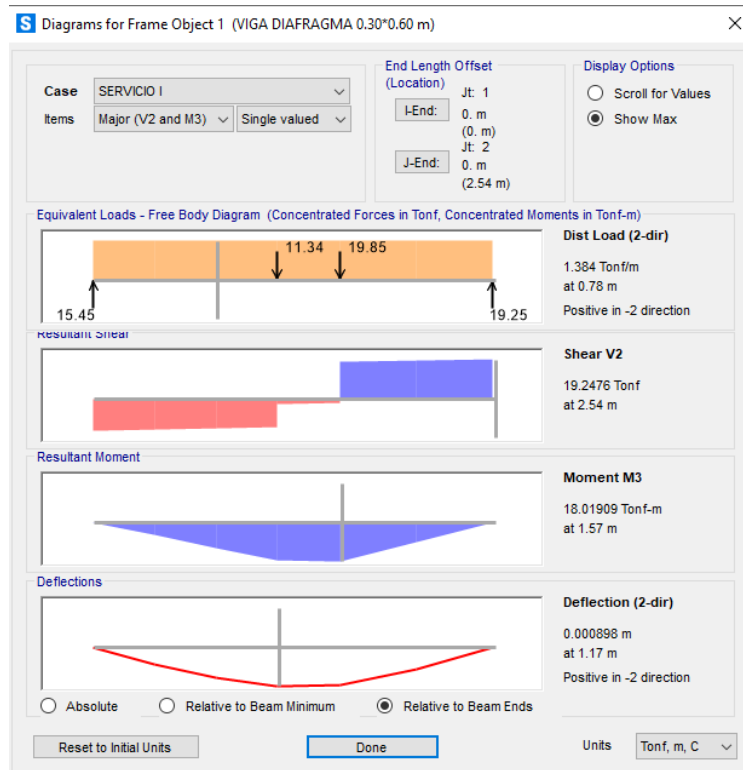
VIGAS DIAFRAGMA:



Fotografía 33: Deflexión máxima en la viga diafragma, por carga permanente.
Fuente: Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0

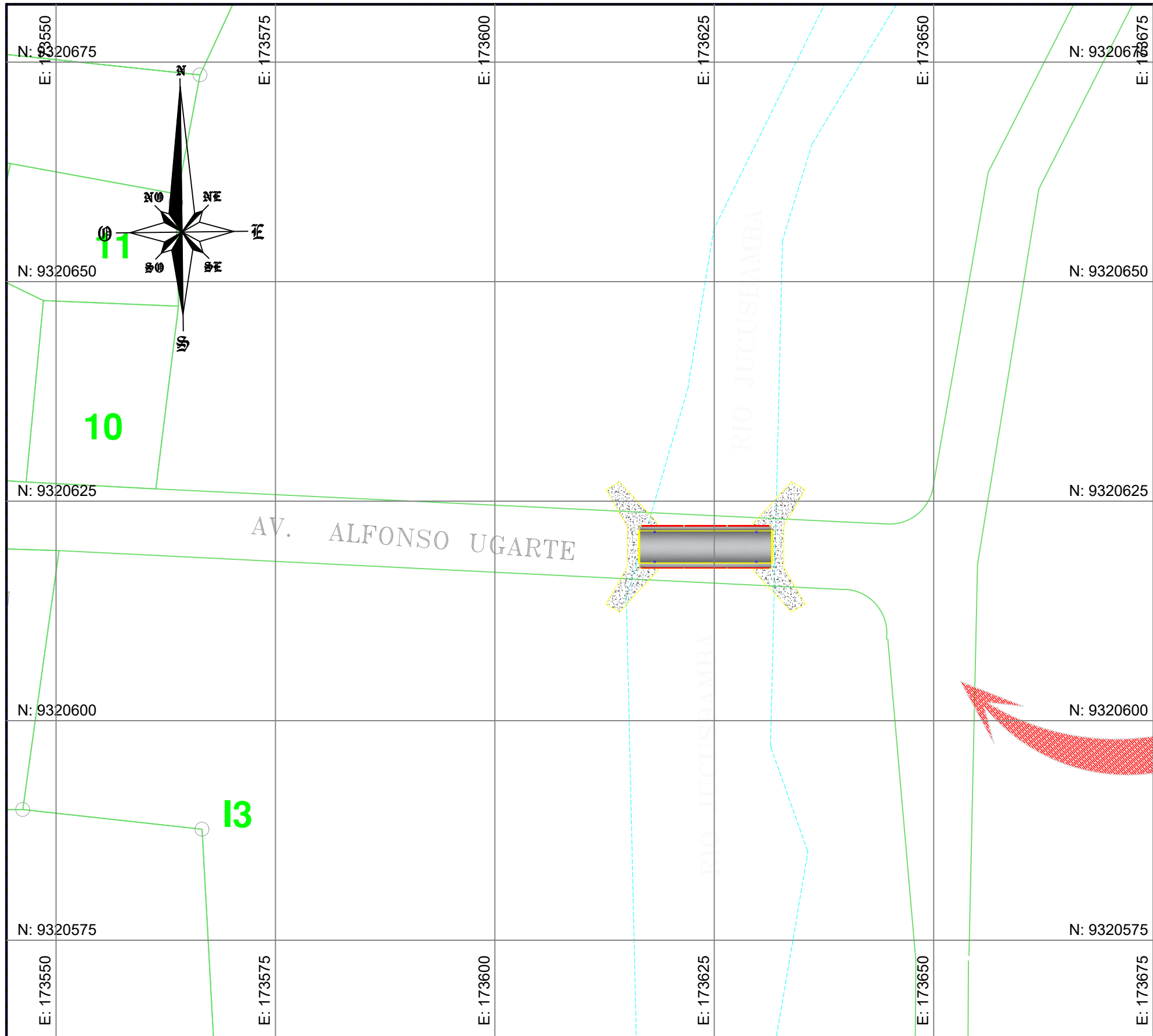


Fotografía 34: Deflexión máxima en la viga diafragma, debido a la carga viva vehicular. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0

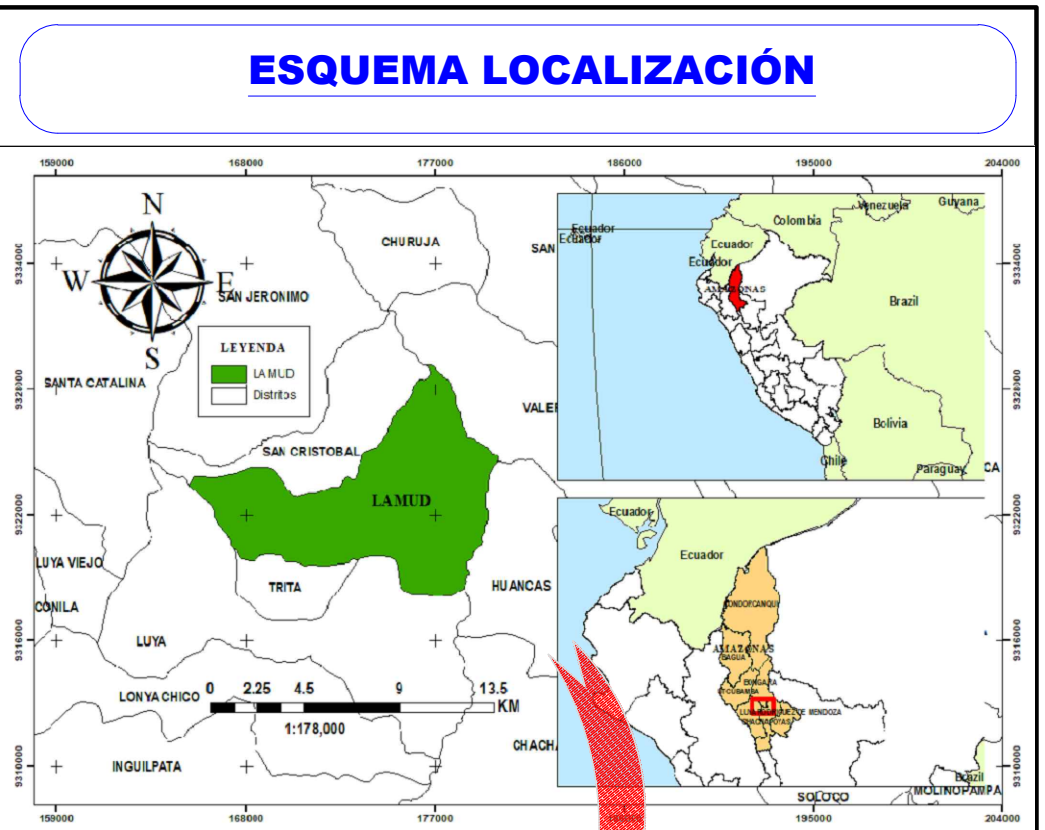


Fotografía 35: Deflexión máxima en la viga diafragma, por SERVICIO I. **Fuente:** Elaboración propia utilizando el Software SAP 2000 v22.1.0

PLANOS

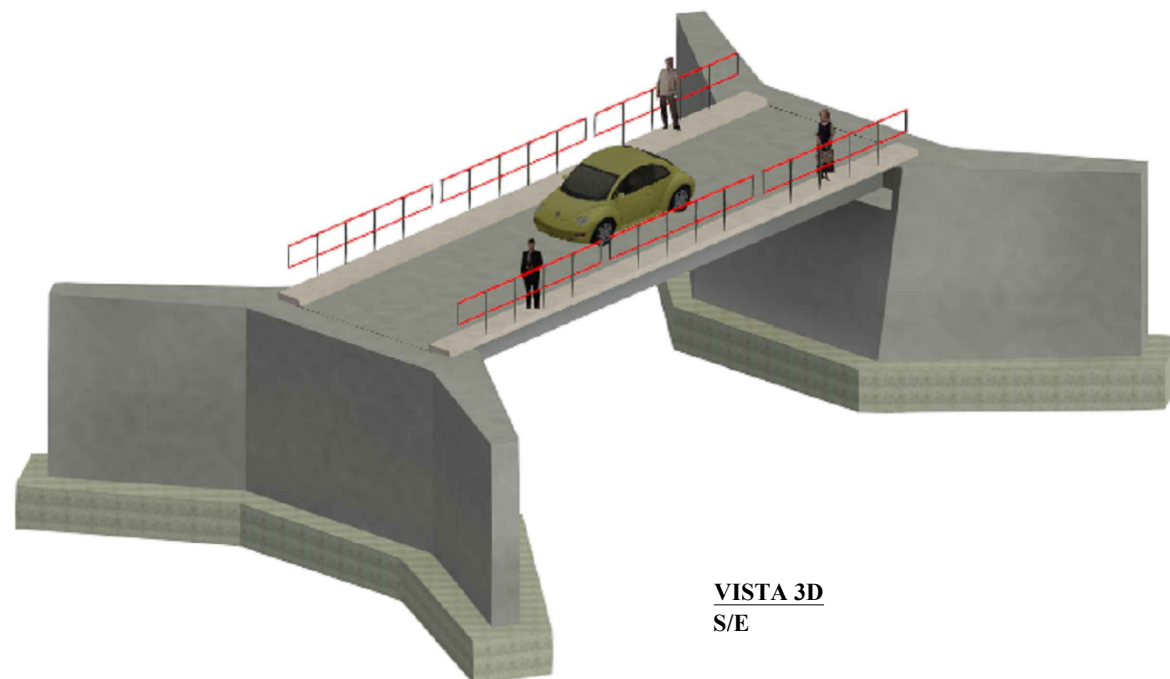
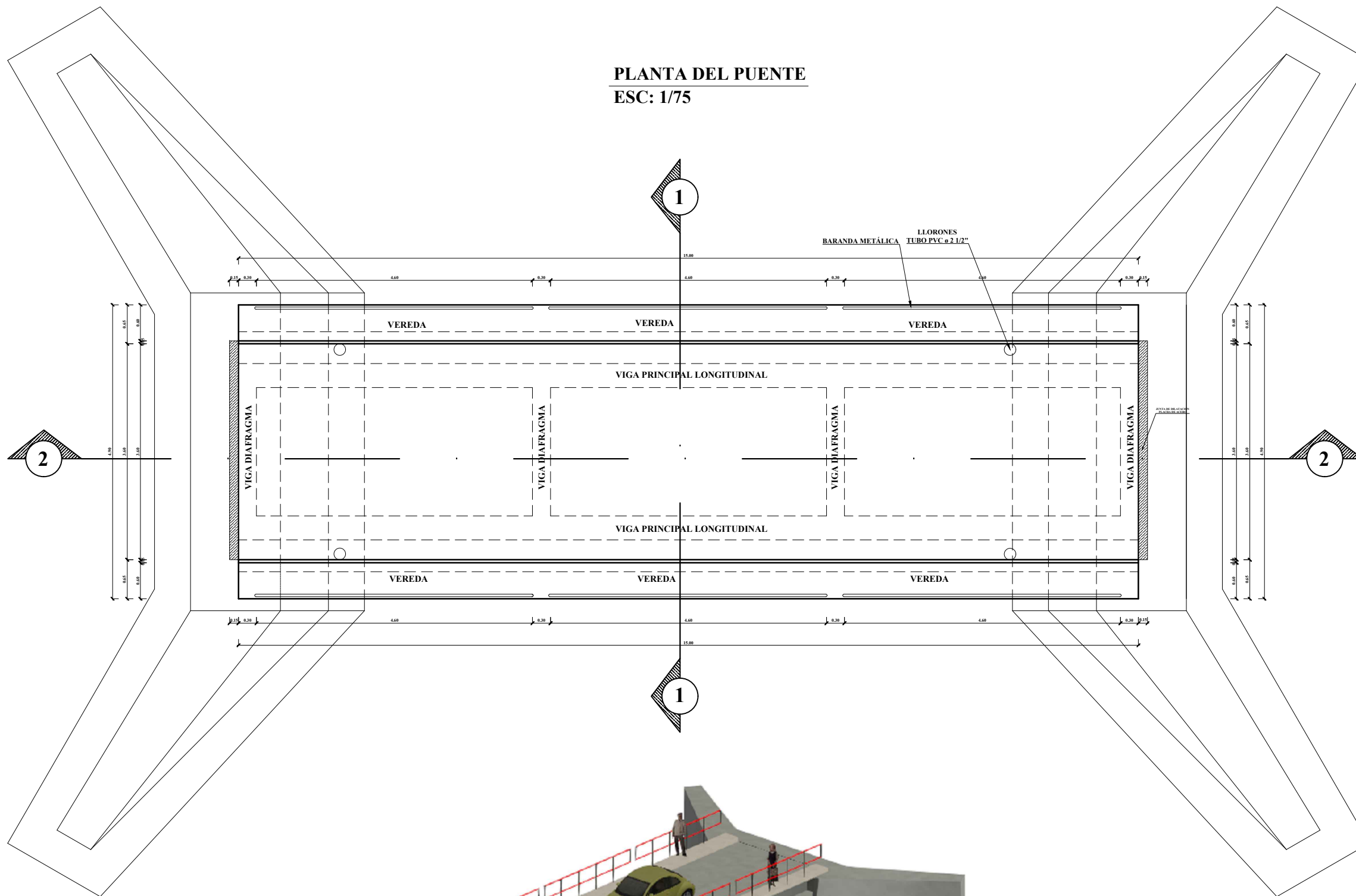


PLANO DE UBICACIÓN
ESCALA: 1/500





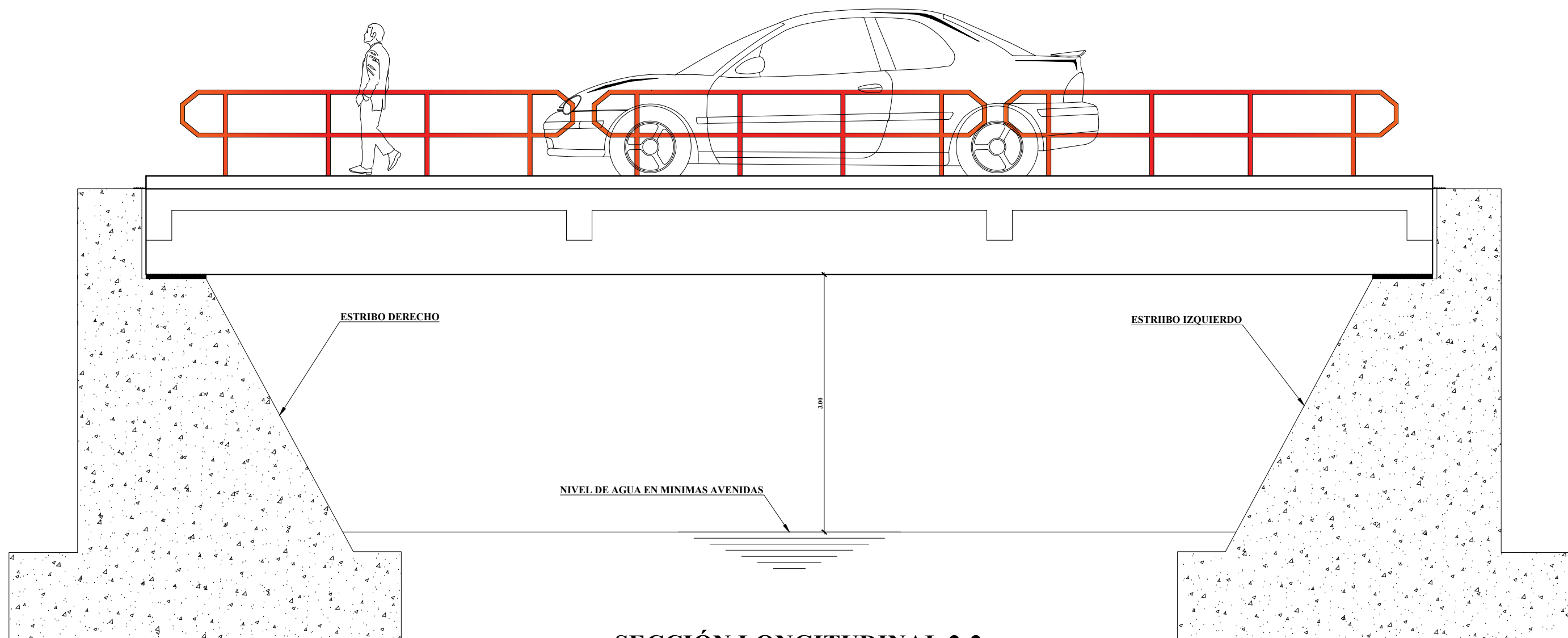
UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
"EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, LÁMUD, AMAZONAS"		
Bach. MEDNOZA OLIVARES JUAN CARLOS		LAMINA: U-01
ESC: INDICADA	FECHA: MARZO-24	PLANO: UBICACIÓN

PLANTA DEL PUENTE
ESC: 1/75



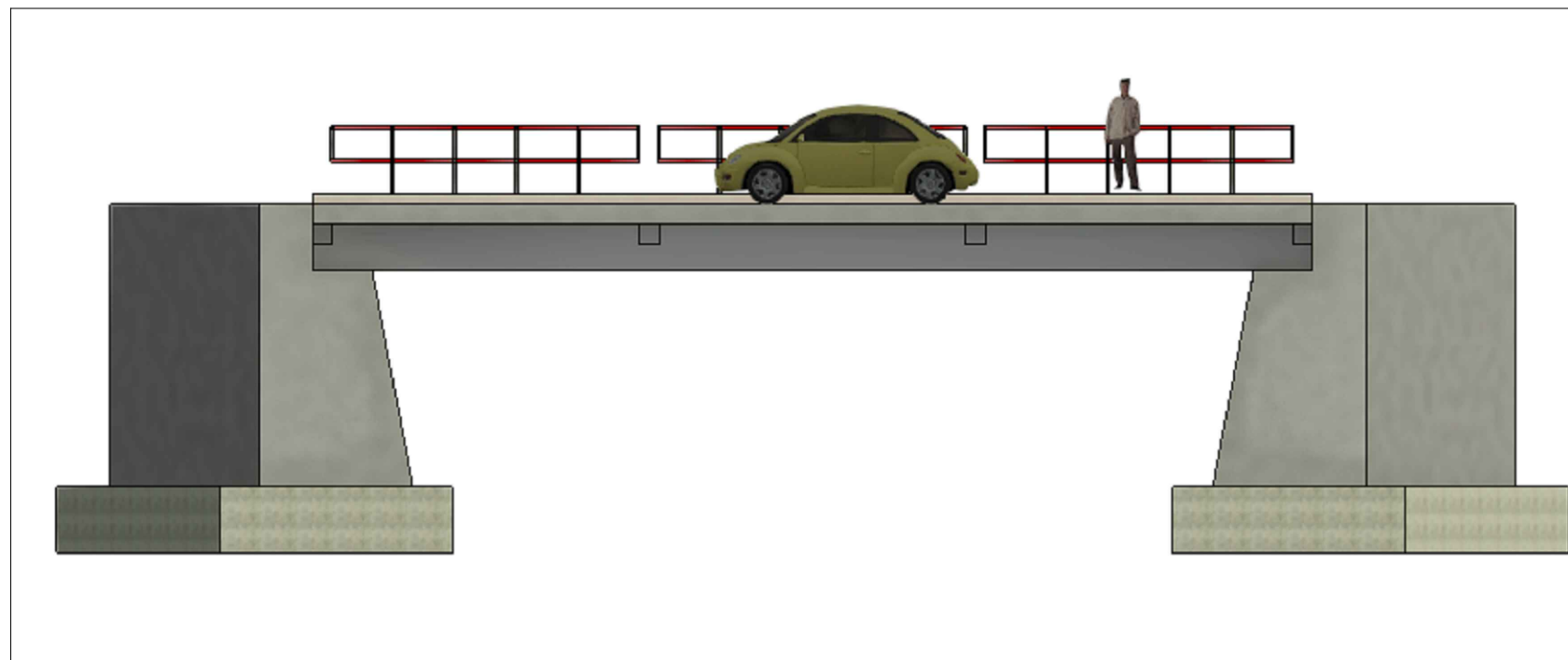
VISTA 3D
S/E



 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL ESCUELA PROFECIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>			
<p>" EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, LÁMUD, AMAZONAS "</p>			
<p>Bach. MEDNOZA OLIVARES JUAN CARLOS</p>			<p>LAMINA: P-03</p>
<p>ESC: INDICADA</p>	<p>FECHA: MARZO-24</p>	<p>PLANO: PLANTA DEL PUENTE</p>	



SECCIÓN LONGITUDINAL 2-2

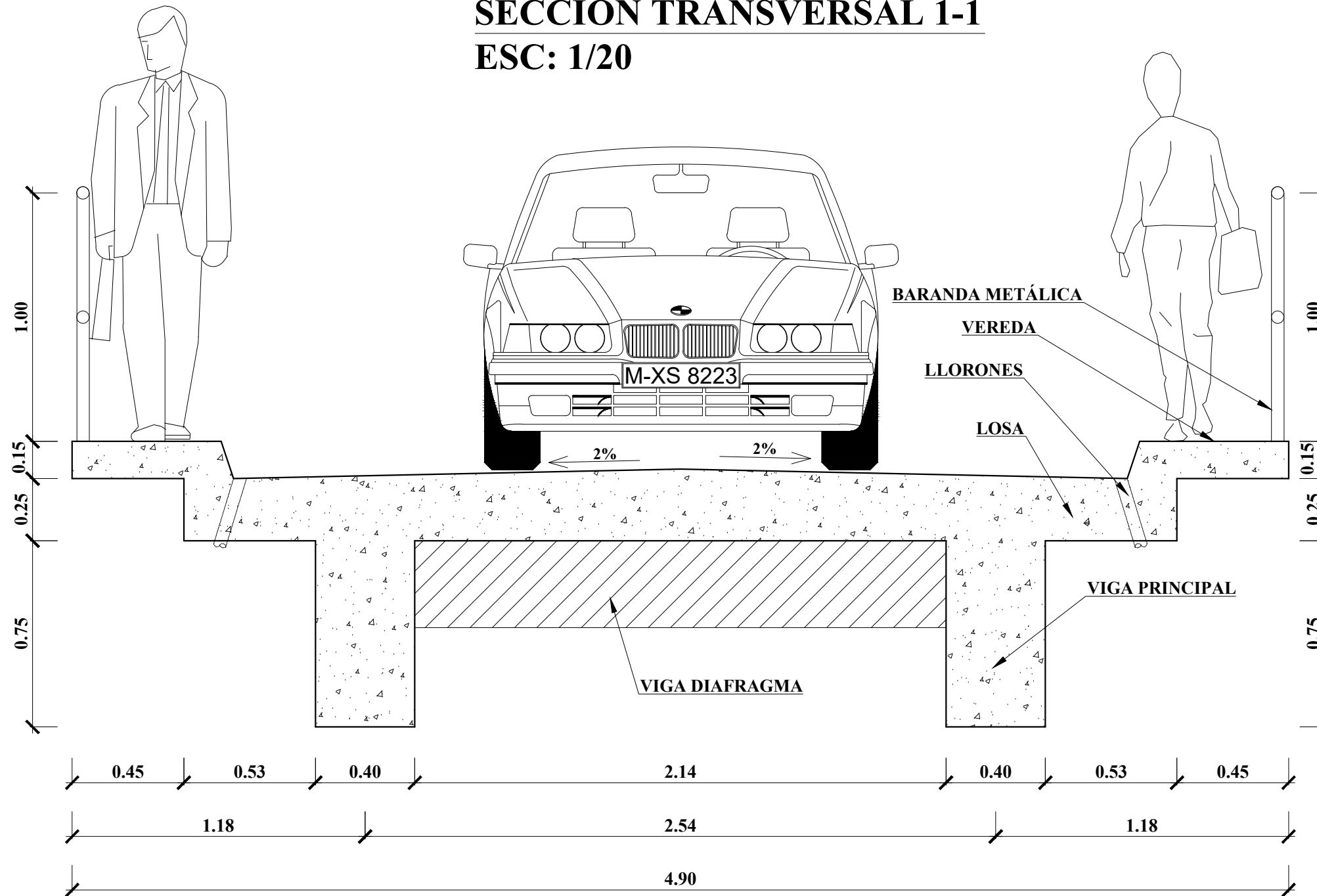
ESC: 1/50





 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL ESCUELA PROFECIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
"EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, LÁMUD, AMAZONAS"				
Bach. MEDNOZA OLIVARES JUAN CARLOS				LAMINA:
ESC: INDICADA	FECHA: MARZO-24		PLANO: SECCION LONGITUDINAL	
				P-02

SECCIÓN TRANSVERSAL 1-1

ESC: 1/20



 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL ESCUELA PROFECIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>					
<p>"EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL A NIVEL DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE CARROZABLE SAN MARTÍN, LÁMUD, AMAZONAS"</p>					
<p>Bach. MEDNOZA OLIVARES JUAN CARLOS</p>					<p>LAMINA:</p>
<p>P-01</p>		<p>ESC: INDICADA</p>		<p>FECHA: MARZO-24</p>	
<p>PLANO: SECCIÓN TRANSVERSAL</p>					