

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS:

**EVALUACION DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL
PUENTE IZCUCHACA TRAMO QUICHUAS- MAYOCC
DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA, DEPARTAMENTO
DE HUANCVELICA**

PRESENTADO POR:

BACHILLER: JAIR ALBERTO SALVATIERRA HERRERA

BACHILLER: JERSY HERLYNMARK SALVATIERRA HERRERA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERU

2023

ING. RANDO PORRAS OLARTE

ASESOR

DEDICATORIA:

A Dios por haber sido la luz y guía en mi vida; por darme la vida, salud y por todos los logros y metas alcanzados hasta la fecha de hoy.

A mis Padres Amancio Alberto Salvatierra De La Cruz e Ines Herrera Villalva, por habernos forjado como personas inculcándonos los valores morales para ser día a día buenos hijos, profesionales y ciudadanos; a mis hermanos Johannes Misael, Benjamín Emanuel, por el apoyo moral antes situaciones diversas, y a los Mentores que tuvimos durante esta dura carrera en culminar los estudios profesionales de quienes tuvimos la fuerza de continuar con este camino.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Peruana Los Andes, por permitirnos ser parte de ella y poder desarrollarnos con la carrera que más nos apasiona.

A mi asesor de tesis por haberme brindado la oportunidad de compartir su experiencia y conocimiento científicos y sobre todo por habernos tenido toda la paciencia del mundo para guiarnos durante todo el desarrollo de tesis.



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

CONSTANCIA N° 001

Que, el (la) bachiller: **JAIR ALBERTO, SALVATIERRA HERRERA**, de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL, Presentó la tesis denominado: **“EVALUACION DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE IZCUCHACA TRAMO QUICHUAS – MAYOCC DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCVELICA”**; la misma que cuenta con **118 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el 27% de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 09 de Enero del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

CONSTANCIA N° 002

Que, el (la) bachiller: **JERSY HERLYNMARK, SALVATIERRA HERRERA**, de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL, Presentó la tesis denominado: **“EVALUACION DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE IZCUCHACA TRAMO QUICHUAS – MAYOCC DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCVELICA”**; la misma que cuenta con **118 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **27%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 09 de Enero del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

DR. RUBEN D. TAPIA SILGUERA
DECANO

ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES
JURADO

ING. ALCIDES LUIS FABIAN BRAÑEZ
JURADO

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA
JURADO

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DE DOCENTE

ÍNDICE GENERAL

CARATULA	i
ASESOR	ii
DEDICATORIA:	iii
AGRADECIMIENTO	iv
HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE FIGURAS	xii
ÍNDICE TABLAS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO I:	20
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	20
1.1. Planteamiento del problema de investigación.....	20
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	21
1.2.1. Problema general.....	21
1.2.2. Problemas específicos	21
1.3. Justificación	22
1.3.1. Social	22
1.3.2. Científica	22
1.3.3. Metodología	23
1.4. Delimitación.....	23
1.4.1. Delimitación espacial.....	23
1.4.2. Delimitación temporal.....	24
1.4.3. Delimitación geográfica	24
1.4.4. Delimitación económica	24
1.5. Limitaciones.....	25
1.6. Objetivo.....	25
1.6.1. Objetivo general.....	25
1.6.2. Objetivos específicos	25
CAPÍTULO II	27

MARCO TEÓRICO	27
2.1. Antecedentes	27
2.1.1. Antecedentes internacionales	27
2.1.2. Antecedentes Nacionales	29
2.2. Marco conceptual	31
2.2.1. Puentes:	31
2.2.2. Superestructura del puente:	31
2.2.2.1. Vigas principales:	31
2.2.2.2. Diafragma:	32
2.2.2.3. Tableros:	32
2.2.3. Subestructura del puente:	32
2.2.3.1. Estribos:	32
2.2.4. Obras complementarias:	33
2.2.4.1. Barandas:	33
2.2.4.2. Drenaje:	33
2.2.4.3. Losas de Transición:	33
2.2.4.4. Junta de Dilatación:	34
2.2.5. Consideraciones generales de la norma manual de diseño de puentes – MTC 2016:	34
2.2.5.1. Factores de Carga y Combinaciones de Carga:	34
2.2.5.2. Designación de cargas:	36
2.2.5.3. Análisis de Cargas:	38
2.2.5.4. Carga peatonal:	39
2.2.5.5. Incremento por carga dinámica (IM):	39
2.2.5.6. Criterios de deflexiones:	40
2.2.6. Cargas y factores de carga:	41
2.2.6.1. Cargas permanentes:	41
2.2.6.2. Cargas variables:	42
2.2.7. Cargas vivas de diseño:	42
2.2.7.1. Camión de diseño:	43
2.2.7.2. Tándem de Diseño:	43
2.2.7.3. Sobrecarga distribuida (carga de carril de diseño):	44
2.2.8. Cargas excepcionales:	44

2.2.9. Patologías en puentes:.....	45
2.2.10. Durabilidad de las estructuras de concreto:	45
2.2.11. Ensayos no destructivos:.....	46
2.2.11.1.Evaluación del concreto por el esclerómetro:.....	46
2.2.11.2.Criterios de Evaluación:	47
2.2.11.3.Descripción del Aparato:	47
2.2.12. Modelamiento del puente en el software CSI BRIDGE:	48
2.3. Definición de términos:.....	49
2.4. Hipótesis.....	51
2.4.1. Hipótesis general:.....	51
2.4.2. Hipótesis específicas:	51
2.5. Variables:	52
2.5.1. Definición conceptual de las variables:	52
2.5.2. Definición operacional de la variable:	53
CAPÍTULO III.....	54
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	54
3.1. Método de investigación	54
3.2. Tipo de investigación	54
3.3. Nivel de investigación.....	54
3.4. Diseño de Investigación	54
3.5. Población y muestra	56
3.5.1. Población	56
3.5.2. Muestra	56
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	56
3.6.1. Documentales (mediante el análisis documental).....	56
3.6.2. No documentales (Observación directa).....	57
3.7. Técnicas e procesamiento y análisis de datos	57
3.8. Técnicas y análisis de datos:	57
CAPÍTULO IV.....	58
RESULTADOS	58
4.1. Aspectos generales:.....	58
4.1.1. Ubicación del proyecto:	58
4.1.2. Situación actual del puente:	59

4.2. Ensayo de resistencia (Esclerometría):	60
4.2.1.1. Procedimiento:	60
4.3. Análisis de la superestructura:	70
4.3.1. Cálculo de los momentos según el área de acero:.....	70
4.3.2. Cálculo de los momentos reales:.....	73
4.3.2.1. Definiendo el eje de referencia:	74
4.3.2.2. Definiendo los carriles:.....	74
4.3.2.3. Definiendo materiales:.....	75
4.3.2.4. Definiendo tablero:	76
4.3.2.5. Definiendo superestructura:.....	77
4.3.2.6. Definiendo estribo:	78
4.3.2.7. Definir carga vehicular:	78
4.3.2.8. Definir casos de carga:	79
4.3.2.9. Definir cargas en área y línea:	80
4.3.2.10. Definiendo el puente:.....	83
4.3.2.11. Asignando cargas al puente:	85
4.3.2.12. Definiendo el puente en segmentos:.....	86
4.3.2.13. Observando las cargas asignadas al puente:	86
4.3.2.14. Definiendo carga móvil:	88
4.3.2.15. Establecer norma de diseño:	89
4.3.2.16. Verificar resistencias:	89
4.3.2.17. Corriendo el software Bridge:	90
4.3.2.18. Determinando las deflexiones:	90
4.3.2.19. Determinando los momentos reales:.....	95
4.4. Análisis de la subestructura:	98
4.4.1. Análisis de los estribos:.....	99
4.4.1.1. Verificación de la estabilidad por volteo:.....	99
4.4.1.2. Verificación de la estabilidad por deslizamiento:.....	100
4.4.1.3. Verificación de por presión sobre el suelo:	100
4.4.1.4. Cálculo del momento de diseño en acero vertical:	100
4.4.1.5. Cálculo del momento en acero horizontal:	103
4.4.2. Análisis de la cimentación:	103
4.4.2.1. Verificación por peralte:	103

4.4.2.2. Verificación por esfuerzo cortante:	103
4.4.2.3. Cálculo de momento de diseño en zapata delantera:	104
4.4.2.4. Cálculo de momento de diseño en zapata interior:	105
CAPÍTULO V	106
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	106
5.1. Comparación de la resistencia a la compresión:	106
5.2. Comparación de la superestructura:	106
5.2.1. Análisis de las deflexiones:	106
5.2.2. Análisis de los momentos:	107
5.3. Comparación de la subestructura:	108
5.3.1. Análisis de los estribos:.....	108
5.3.2. Análisis de la cimentación:	109
CONCLUSIONES	110
RECOMENDACIONES	112
BILIOGRAFIA	113
ANEXOS.....	115

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1 Camion de diseño según carga HL- 93.	43
Figura 2 Tándem de diseño según carga HL- 93.	44
Figura 3 Esquema del esclerómetro.	47
Figura 4. mapa político del Perú y del departamento de Huancavelica.....	58
Figura 5. mapa político de la provincia de Huancavelica y de la zon del proyecto	58
Figura 6. Localidad La acobamba.....	59
Figura 7 Seleccionando el área de ensayo	60
Figura 8 Puliendo el área de ensayo	61
Figura 9 Dibujando las cuadrículas de 25x25mm	61
Figura 10 Realizando el impacto con el esclerómetro	62
Figura 11 Valores para resistencia elástica para Esclerómetro PCE-HT-75	63
Figura 12 Esclerómetro PCE-HT-75 utilizado en esta investigación	64
Figura 13 Acero en la losa	71
Figura 14 Acero en vigas principales	71
Figura 15 Acero en las vigas diafragma	72
Figura 16 Dimensiones del puente Izcuchaca tramo Quichuas - Mayocc	73
Figura 17 Definiendo el eje de referencia.....	74
Figura 18 Definiendo carril derecho	74
Figura 19 Definiendo carril derecho	75
Figura 20 Definiendo concreto 280Kg/cm ²	76
Figura 21 Definiendo el tablero parte 01	76
Figura 22 Definiendo el tablero parte 02	77
Figura 23 Definiendo el apoyo fijo.....	77
Figura 24 Definiendo el apoyo móvil	78
Figura 25 Definiendo el estribo	78
Figura 26 Importando camión de diseño HL - 93.....	79
Figura 27 Definiendo carga de diseño HL - 93	79
Figura 28 Definiendo los casos de carga estática	80

Figura 29 Definiendo carga de baranda derecha	80
Figura 30 Definiendo carga de baranda izquierda	81
Figura 31 Definiendo carga de asfalto	81
Figura 32 Definiendo carga peatonal derecha”	82
Figura 33 Definiendo carga peatonal izquierda	82
Figura 34 Definiendo viga diafragma	83
Figura 35 Viga diafragma de 0.25x0.60m	83
Figura 36 Definiendo estribo con apoyo fijo	84
Figura 37 Definiendo estribo con apoyo móvil	84
Figura 38 Definiendo el espaciamiento de las vigas diafragma	85
Figura 39 Asignando las cargas lineales	85
Figura 40 Asignando las cargas de área	86
Figura 41 Definiendo el puente en segmentos	86
Figura 42 Observando la carga de asfalto	87
Figura 43 Observando la carga de baranda	87
Figura 44 Observando la carga peatonal	88
Figura 45 Definiendo carga móvil	88
Figura 46 Estableciendo norma de diseño	89
Figura 47 Definiendo la combinación de cargas	89
Figura 48 Puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc en el software Bridge	90
Figura 49 Determinando la deflexión de la losa	91
Figura 50 Determinando la deflexión en la VP - 01	91
Figura 51 Determinando la deflexión en la VP - 02	92
Figura 52 Determinando la deflexión en la VD - 01	92
Figura 53 Determinando la deflexión en la VD - 02	93
Figura 54 Determinando la deflexión en la VD - 03	93
Figura 55 Determinando la deflexión en la VD - 04	94
Figura 56 Determinando la deflexión en la VD - 05	94
Figura 57 Momento en losa paralelo al tráfico (acero abajo)	95
Figura 58 Momento en losa perpendicular al tráfico (acero abajo)	96
Figura 59 Momento en losa paralelo al tráfico (acero arriba)	96
Figura 60 Momento en losa perpendicular al tráfico (acero arriba)	97
Figura 61 Momento en las vigas principales	97

Figura 62 Momento en las vigas diafragma.....	98
Figura 63 Dimensiones de los estribos y zapatas	99
Figura 64 Acero vertical y horizontal en los muros de los estribos.....	102
Figura 65 Acero en zapata delantera e interior	104

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1 Combinaciones de carga y factores de carga.	37
Tabla 2 Factores de carga para cargas permanentes.	37
Tabla 3 Factor de trafico de camiones en un unico carril.	39
Tabla 4 Factores por presencia multiple de sobrecargas	39
Tabla 5 Incremento por carga dinamica (IM).	40
Tabla 6 Formulas para el calculo de las deflexiones.	40
Tabla 7 Pesos especificos de algunos materiales.	41
Tabla 8 Operacionalización de la variable independiente.	53
Tabla 9 Ensayo de resistencia en VP - 01	65
Tabla 10 Ensayo de resistencia en VP - 02.....	65
Tabla 11 Ensayo de resistencia en VD - 01	66
Tabla 12 Ensayo de resistencia en VD - 02	66
Tabla 13 Ensayo de resistencia en VD - 03	67
Tabla 14 Ensayo de resistencia en VD - 04	67
Tabla 15 Ensayo de resistencia en VD - 05	68
Tabla 16 Ensayo de resistencia en LOSA.....	68
Tabla 17 Ensayo de resistencia en ESTRIBO 01	69
Tabla 18 Ensayo de resistencia en ESTRIBO 02	69
Tabla 19 Cálculo de los momentos de diseño.....	72
Tabla 20 Resumen de las deflexiones en el software Bridge	95
Tabla 21 Resumen de los momentos reales en el software Bridge.....	98
Tabla 22 Comparación de la resistencia obtenida y del expediente técnico.....	106
Tabla 23 Análisis de las deflexiones de los elementos estructurales.....	107
Tabla 24 Análisis de las deflexiones de los elementos estructurales.....	108

RESUMEN

La presente investigación parte de la problemática: ¿En qué condiciones estructurales se encuentra el puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica? El objetivo principal consiste en: Evaluar la estructura del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica. La hipótesis principal afirma que: La estructura del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica presenta deficiencias estructurales. Respecto a la metodología, el tipo de investigación utilizado será la aplicada, de nivel descriptivo y diseño experimental. Como conclusión del presente proyecto de investigación, se evaluó que la superestructura y subestructura del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba no cuenta con los requisitos mínimos de diseño según el manual de puentes del MTC 2016, por lo tanto, esta vulnerable a sufrir, grietas, fisuras, desprendimiento del concreto, entre otras fallas.

Palabras claves: Evaluación estructural, puente viga losa, superestructura, subestructura.

.

ABSTRACT

The present investigation starts from the problem: In what structural conditions is the Izcuchaca bridge, Quichuas - Mayocc section of the province of Acobamba, department of Huancavelica? The main objective is to: Evaluate the structure of the Izcuchaca bridge, Quichuas - Mayocc section of the province of Acobamba, department of Huancavelica. The main hypothesis states that: The structure of the Izcuchaca bridge, Quichuas - Mayocc section of the province of Acobamba, department of Huancavelica, presents structural deficiencies. Regarding the methodology, the type of research used will be applied, descriptive level and experimental design. As a conclusion of this research project, it was evaluated that the superstructure and substructure of the Izcuchaca bridge, Quichuas - Mayocc section of the Acobamba province, does not have the minimum design requirements according to the 2016 MTC bridge manual, therefore, it is vulnerable. to suffer, cracks, fissures, concrete detachment, among other failures.

Keywords: Structural evaluation, slab beam bridge, superstructure, substructure.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad cada vez es más importante que los puentes tengan un funcionamiento óptimo y para evaluar su estado con el paso del tiempo, o tras haber sufrido alguna situación accidental, como puede ser un sismo, existen las aplicaciones de las normas de diseño en procesos de evaluación de estructuras de puentes existentes, lleva a algunas contradicciones. de esta manera cuando se habla de los puentes que no cumplen con todas las verificaciones requeridas por las actuales normas de diseño, pueden mantener las condiciones de servicio. Esta situación es habitual en estructuras de puentes cuya carga de uso aumenta, que han sufrido cierto nivel deterioro, o incluso en estructuras nuevas que presentan errores de ejecución, en la presente investigación se evaluó, el puente Izcuchaca tramo Quichuas - Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica, con las características que requiere la normatividad actual, para una mejor comprensión de la presente investigación se dividió en los siguientes capítulos:

- **Primer Capítulo:** Se desarrolló los planteamientos de los problemas; donde se planteó el problema general y los problemas específicos, de la misma manera se propuso los objetivos tanto el general como los específicos, las correspondientes justificaciones práctica y metodológica y, por último, la delimitación espacial y temporal.
- **Segundo Capítulo:** Se desarrollo el marco teórico donde se expuso los estudios relacionados entre los que están los antecedentes nacionales e internacionales y las teorías básicas para los planteamientos del marco teórico, así como unas definiciones puntuales de los conceptos, para posteriormente llegar a plantearnos las hipótesis, para posterior se mostrarán la operacionalización de las variables a evaluar.

- **Tercer Capítulo:** Se desarrolló aspectos que intervinieron con la metodología donde se planteó, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, así como las definiciones de la población y muestra en la que se basaron para el estudio de investigación para seguidamente se utilizaron las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.
- **En el Capítulo IV:** Se desarrollo todos los procedimientos que nos llevan a la obtención de los resultados, para posterior realiza el análisis y parametrización de los mismos.
- **En el Capítulo V:** Se desarrollo la concentración de los resultados para una adecuada discusión de los resultados con otras investigaciones, ya definidas en el capítulo II.

El Autor (a)

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema de investigación

(Muñoz Elías, 2002). “Son muchos los casos de puentes vehiculares y peatonales colapsados y con mal funcionamiento en nuestro medio y alrededor del mundo; Este problema debe ser considerado y analizado por los departamentos de ingeniería para determinar sus causas y posibles soluciones”. Este estudio fue motivado por la gran cantidad de puentes con importantes problemas patológicos. “De acuerdo a la inspección visual del puente in situ, se logró identificar daños estructurales que evidencian la vulnerabilidad del puente. A continuación, se hace “una breve descripción de los diversos problemas encontrados en dicho puente, tales como: grietas. en sus principales componentes estructurales” (vigas, membranas y tablero). “Los problemas de filtraciones y drenajes que afectan directamente a las estructuras de hormigón armado provocando eflorescencias que involucran a las vigas de cabeza, desprendimiento del material de revestimiento, acero expuesto y oxidación. Según el Manual de Diseño de Puentes publicado en enero 2016, el concreto en obras de infraestructuras vial debe ser mayor o igual a 280kg/cm^2 , que está por debajo de la resistencia requerida. Presenta graves errores técnicos en los procesos constructivos y encuentra desviaciones no permitidas según las normas de diseño. En la losa de concreto también se observó desgaste por restricción y desempeño, debido a la alta demanda vehicular a la que está expuesta dicha estructura. Lo que en conjunto provoca el deterioro prematuro del puente, por lo que es necesario “conocer y determinar las enfermedades que se han presentado hasta el momento, para lograr un trabajo preventivo ya en la

fase de diseño y construcción y así prolongar la conservación y funcionalidad de estas estructuras.

El puente Izcuchaca de la provincia de Acobamba fue construido el año 2013 para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, pero actualmente a sus 8 años de funcionamiento, presenta serias patologías en sus principales elementos estructurales como fisuras, grietas, desprendimientos de concreto, deflexiones, áreas de acero que no cumplen con lo requerido, etc. Como alternativa de solución se propone realizar un análisis estructural en la subestructura y superestructura del puente Izcuchaca con la finalidad de determinar el motivo de las patologías anteriormente mencionadas y proponer el reforzamiento adecuado.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿En qué condiciones estructurales se encuentra el puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica?.

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuáles son los parámetros de diseño estructural del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica?

- b) ¿Cumplirán los parámetros de diseño estructural del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica con la norma vigente?
- c) ¿Cuál es el reforzamiento estructural adecuado para el puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica?

1.3. Justificación

1.3.1.Social

El puente Izcuchaca tramo Quichuas - Mayocc se caracteriza por ser que son muy importantes y bien aceptados, promoviendo el desarrollo social, económico y político; cabe señalar que el trabajo pertinente realizado no corresponde al expediente técnico; el mismo que no cuentan con los estándares que ay están establecidos por el Manual de Diseño de Puentes, aprobado mediante Resolución Directoral N° 0.1.9.-2.0.1.8-M.T.C./1.4.

La evaluación estructural que se realizará en esta investigación nos determinar el motivo por el cual el puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc cuenta con deficiencias en su estructura y se propondrá un reforzamiento estructural para corregir sus patologías actuales y de esta manera evitar un retraso social, económico y político.

1.3.2.Científica

Toda la información que se recopilo y se proceso es un soporte o punto de partida para que este y otros estudios similares amplíen el conocimiento científico

relacionado con el tema en estudio y así enriquecer el marco teórico existente de referencia y/o la recopilación de información sobre el tema referido a la evaluación de puentes para un adecuado diagnóstico.

1.3.3. Metodología

Las necesidades de reconocer el estado actual de todos los elementos estructurales del Puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc, a partir de la determinación y evaluación de las patologías encontradas; para establecer la condición actual de la estructura, Por lo tanto, será presentado a la Municipalidad Provincial de Acobamba para que pueda servir de base en futuras decisiones de reparación, mantenimiento o reconstrucción, todo esto con la normatividad actual propia del diseño y análisis de puentes, todo esto se sustenta en la base teórica y matemática de los cálculos que prueban la hipótesis de esta investigación y así forman una línea de referencia para la clasificación y parametrización de los elementos evaluados y el análisis teórico que permite la evaluación. Los resultados obtenidos en relación pueden ser utilizados como punto para continuar otros estudios, invirtiendo en la generación de conocimiento.

1.4. Delimitación

1.4.1. Delimitación espacial

La presente investigación que tiene de título: **“EVALUACION DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE IZCUCACHA TRAMO QUICHUAS – MAYOCC DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCAMELICA”**, se delimitó espacialmente en el distrito de Izcuchaca y la provincia de Acobamba ubicado en el departamento de Huancavelica

1.4.2.Delimitación temporal

La presente investigación de título: **“EVALUACION DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE IZCUCHACA TRAMO QUICHUAS – MAYOCC DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCVELICA”**, se propuso el desarrollo desde julio del 2021 hasta diciembre del 2021.

1.4.3.Delimitación geográfica

La presente investigación de título: **“EVALUACION DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE IZCUCHACA TRAMO QUICHUAS – MAYOCC DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCVELICA”**, se encuentra ubicado en:

- Departamento : Huancavelica
- Provincia : Acobamba
- Distrito : Izcuchaca
- Lugar : Tramo Quichuas – Mayocc.

1.4.4. Delimitación económica

La presente investigación titulada: **“EVALUACION DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE IZCUCHACA TRAMO QUICHUAS – MAYOCC DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCVELICA”**, La investigación se trabajó con un presupuesto propios del investigador, que asiendo a s/. 7200.00 soles.

1.5. Limitaciones

Las limitaciones que se encontró en esta investigación de título: **“EVALUACION DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE IZCUCHACA TRAMO QUICHUAS – MAYOCC DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCVELICA”**, De acuerdo al factor económico, concluimos que se realizó en laboratorios estándar de acuerdo a la normatividad vigente.

otra limitación que encontraron fue la parte de asesoramiento al no contar con profesionales especializados en el tema en investigación teniendo una limitación para profundizar en las líneas de investigación propuestos por la universidad.

1.6. Objetivo

1.6.1. Objetivo general

Evaluar la estructura del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar los parámetros de diseño estructural del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica.

- b) Comparar los parámetros de diseño estructural del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica con la norma vigente.

- c) Proponer el reforzamiento estructural adecuado para el puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

a) Serpa, (2014) realizo la investigación **“EVALUACIÓN, DIAGNOSTICO, PATOLOGÍA Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE SOBRE EL CAÑO EL ZAPATERO A LA ENTRADA DE LA ESCUELA NAVAL ALMIRANTE PADILLA. CARTAGENA, MARZO 2014”** en la Universidad Politécnica de Madrid, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. La tesis fue concluida en cuatro partes. El primero es el análisis de planos estructurales y la descripción de los elementos que componen la estructura. El segundo es la evaluación patológica del puente, que presentó las enfermedades encontradas durante el estudio y los resultados obtenidos de las pruebas destructivas. La conclusión de la tesis es que el trabajo de investigación es lo más completo y detallado posible; siempre con la misma intención de obtener la información más importante y veraz que satisfaga nuestras necesidades, para que el resultado de este trabajo sea lo más cercano posible a la realidad. También se pretende que la información que aquí presentamos, junto con la información ya disponible, “sirva” de apoyo a quien opte por consultar sobre este tema, que corresponde a un departamento tan importante en ingeniería, civil y construcción. en el campo de carreteras y puentes.

b) Urrutia, (2011) realizo la investigación **“ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE CONGRESO – SAN NICOLÁS DEL ESTADO DE PUEBLA,**

PUE” en la UNIVERSIDAD VERACRUZANA, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. La conclusión de la tesis es que el trabajo de investigación es lo más completo y detallado posible; siempre con la misma intención de obtener la información más importante y veraz que satisfaga nuestras necesidades, para que el resultado de este trabajo sea lo más cercano posible a la realidad. También se pretende que la información que presentamos aquí, junto con la ya existente, sea de utilidad para cualquier persona que decida consultar sobre este tema, que es tan importante para el departamento de ingeniería civil como para este campo.

c) Honorato, (2015) realizó la investigación **“ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD Y RIESGO DE UN PUENTE EXPUESTO A CORROSIÓN UBICADO EN EL VALLE DE TOLUCA”** en la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. Se concluye que las trabes del tablero del puente fallarían por momento flexionante, ya que éste es el que presenta el valor de $\beta = 2.0$ en menor tiempo. El tiempo de vida útil de las trabes de la superestructura es de 57 años, siendo este tiempo la suma del tiempo de inicio de la corrosión $T1 = 44.5$, más el tiempo de propagación $T2 = 12.5$. En base a que el puente fue construido en el año 1992, lo anterior significa que en el año 2036.5 se iniciará la corrosión del acero y, en el año 2049 terminará el tiempo de propagación, comenzando en este último año su vida residual. Se concluye que el índice de confiabilidad inherente al diseño real del puente $\beta = 3.30$ es mayor que índice de confiabilidad óptimo $\beta_a = 3.14$. Con base a los criterios de decisión del

apartado 2.6.1 se está en el caso ideal, donde $\beta > \beta a$, lo cual indica que la estructura es confiable y segura pues su β está por encima del óptimo βa .

2.1.2. Antecedentes Nacionales

a) Aronés y Cortés, (2018) realizaron la investigación **“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PUENTE HUARACANE CON LAS ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE PUENTES AASHTO LRFD 2014 Y NORMA TÉCNICA PERUANA SISMORRESISTENTE E.030 2016”** en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. La tesis llegó a la conclusión de que la norma peruana E.030 2016 y la norma internacional A.A.S.H.T.O. L.R.F.D.-2.0.1.4 otorgan lineamientos de diseño en el rango elástico conservadores. El código de diseño estructural ATC-40 brinda una guía de diseño pensada para el rango no-lineal, con lo cual exige un mayor grado de seguridad ante solicitaciones sísmicas. Al comparar los resultados mediante las normativas empleadas en la presente tesis con los resultados obtenidos a través del ATC-40 observamos una adecuada similitud. Con eso se puede concluir que las normativas consideradas en la tesis ofrecen un amplio grado de seguridad ante esfuerzos sísmicos. Asimismo, se asegura que el puente se mantenga operacional luego de un evento sísmico.

b) Ayllon, (2019) realizó la investigación **“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PUENTE DOMINGO SAVIO DEL SECTOR PALIAN, DISTRITO DE HUANCAYO, PROVINCIA DE HUANCAYO –JUNÍN”** en la Universidad Peruana los Andes, con la finalidad de optar el

título profesional de ingeniero civil. La tesis llegó a la conclusión que para la evaluación estructural del puente Domingo Savio, se realizó el modelado de Csi bridge V20 donde se procedió a insertar datos respectivos de la superestructura: materiales, carriles, sección transversal, diagramas, apoyos fijos y móviles, vehículos de diseño, patrones de carga, luego se procedió con el metrado de cargas de barandas, veredas, asfalto, para luego realizar la asignación de cargas vivas y muertas, y finalizando con las combinaciones de carga por Resistencia I y Servicio I. Además, para la evaluación estructural de los estribos se hizo en una hoja de cálculo en Excel, donde se realizaron el cálculo del coeficiente de empuje activo, cálculo de fuerza sísmica, metrado de cargas, y finalmente los chequeos contra volteo, deslizamiento, presiones actuantes, verificación por corte en la pantalla y talón según los casos de cargas verticales y horizontales, momentos de estabilidad por las cargas verticales y horizontales.

c) Umpire, (2018) realizó la investigación **“EVALUACIÓN DEL PUENTE NOCHOZ EN EL TRAMO II, VILLA RICA – PERTO BERMUDEZ, OXAPAMPA”** en la Universidad Nacional de Ingeniería, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. Se concluyó que los procedimientos para la clasificación de carga computarizada de puentes de concreto están basados en suposiciones que los materiales y construcción son de una buena calidad y que no hay pérdida de resistencia del diseño del material, o, cuando es garantizado, la resistencia del material ha sido establecido por pruebas, y otras reducciones en áreas debido a la deterioración han sido consideradas. Esta revisión es llevada a cabo usando la combinación

de Servicio I donde todas las cargadas son tomadas en sus valores teóricos normales. Debe ser notado que, en el diseño, el Servicio I no es usado para investigar la tensión de tracción del acero en componentes de concreto. Respecto a esto, constituye una salida de las Especificaciones de Diseño de Puentes A.A.S.H.T.O. L.R.F.D.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Puentes:

(Aranis, 2006). Los puentes son estructuras que permiten que un camino pase a través de un obstáculo natural o artificial, un camino puede ser natural, tradicionalmente un río o arroyo, un lago o mar, un obstáculo artificial puede ser un camino, calle o avenida u otro hombre. camino hecho.

2.2.2. Superestructura del puente:

(Cayambe & Cordova, 2012). “La superestructura comprende todos los componentes de un puente que descansan sobre soportes llamados tableros, tableros, perfiles o jácenas. Suele estar formado por vigas principales, secciones o vigas laterales y membrana, vigas laterales. Esto también incluye aceras, senderos y jardines”.

2.2.2.1. Vigas principales:

(Seminario Manrique, 2004). “Las vigas constituyen el elemento estructural que soporta la losa. En la actualidad, existen muchos tipos de vigas. Según la forma de su sección transversal, las vigas pueden ser vigas rectangulares, vigas T, vigas I, vigas Cajón, etc. Según el material las vigas más comunes pueden

ser de madera, concreto o acero. A su vez, las vigas de concreto pueden ser armadas, pretensadas o postensadas”.

2.2.2.2. **Diafragma:**

(Seminario Manrique, 2004). “Son vigas transversales a las anteriores y sirven para su arriostramiento. En algunos casos, pasan a ser vigas secundarias cuando van destinadas a transmitir cargas del tablero a las vigas principales”.

2.2.2.3. **Tableros:**

(Apaza, 2012). “Conformada por la losa de concreto armado. Es el elemento sobre el cual se aplica directamente las cargas móviles de los vehículos, siendo sus efectos transmitidos a la estructura portante”.

2.2.3. **Sub estructura del puente:**

(Alvarez & Icaza, 2012). “La subestructura llamado también infraestructura compone de todos los elementos necesarios para apoyar la superestructura y la calzada, entre ellos tenemos los apoyos, los estribos, los pilares, y la fundación o cimentación”.

2.2.3.1. **Estribos:**

(Ventura, 2011). “Son los que soportan la superestructura, forman la conexión entre la superestructura y el terraplén, están diseñados para soportar la carga de la superestructura transferida a través de los elementos portantes, el peso y la presión de la placa de transición” (empujes de tierra).

2.2.4. Obras complementarias:

2.2.4.1. Barandas:

(Rodríguez Serquen, 2016). “Se instalan a lo largo del borde de las estructuras de puente cuando existen pases peatonales, o en puentes peatonales, para protección de los usuarios. La altura de las barandas será no menor que 1.10m, en ciclovías será no menor que 1.40m”.

2.2.4.2. Drenaje:

(Rodríguez Serquen, 2016). “La pendiente de drenaje longitudinal debe ser la mayor posible, recomendándose un mínimo de 0.5%. la pendiente de drenaje transversal mínima es de 2% para las superficies de rodadura. En caso de rasante horizontal, se utilizan también sumideros o lloraderos, de diámetro suficiente y número adecuado. Son típicos drenes de material anticorrosivos, Ø 0.10m cada 0.40m, sobresaliendo debajo del tablero 5cm como mínimo. El agua drenada no debe caer sobre las partes de la estructura”.

2.2.4.3. Losas de Transición:

El Manual de Diseño de Puentes – 2016 del M.T.C. – D.C.G.F., “especifica que las losas de transición tendrán un espesor mínimo de 0.20 m y una longitud límite justificado dentro de la geometría del puente y los accesos. Además, se especifica que estarán ligados a la estructura o al estribo del puente mediante articulaciones de concreto, sin conectores, y apoyadas en el terraplén de acceso”.

2.2.4.4. **Junta de Dilatación:**

(Rodríguez Serquen, 2016). “Para permitir la expansión o la contracción de la estructura por efecto de los cambios de temperatura, se colocan juntas en sus extremos y otras secciones intermedias en que se requieran. Las juntas deben sellarse con materiales flexibles, capaces de tomar las expansiones y contracciones que se produzcan y ser impermeables”.

2.2.5. **Consideraciones de la norma manual de diseño de puentes – M.T.C 2.0.1.6:**

(Rodríguez Serquen, 2016). “La norma utiliza coeficientes de carga y resistencia basados en estados límite, lo que aumenta la confiabilidad de las estructuras. Esta norma aplica factores de elasticidad, redundancia e importancia para permitir combinaciones de cargas que crean un margen de seguridad en el diseño estructural”.

2.2.5.1. **Factores de Carga y Combinaciones de Carga:**

A continuación, se describen las combinaciones que presenta la norma:

- **Resistencia I:** Combinaciones de cargas básicas que representa el uso vehículo normal del puente, sin viento.

- **Resistencia II:** Combinaciones de cargas que representadas por el uso del puente por parte de vehículos de diseño especiales especificados por el propietario, vehículos de circulación restringida (sobrepeso), o ambos, sin viento.

- **Resistencia III:** Combinaciones de las cargas que representa el puente expuesto a velocidades del viento mayores a 90 (k.m./h.r.)
- **Resistencia IV:** Combinaciones de cargas que representan unas altas relaciones entre las sollicitaciones provocadas por las cargas permanentes y las provocadas por las sobrecargas.
- **Resistencia V:** Combinaciones de cargas que representan los usos de los puentes por parte de vehículos normales con unas velocidades de los vientos de 90 (K.m/h.r).
- **Eventos Extremos I:** Combinaciones de carga que incorporan sismo.
- **Eventos Extremos II:** Combinaciones de cargas que incluyen cargas de hielos, colisiones de embarcaciones, vehículos, y ciertos eventos hidráulicos con una sobre carga reducida diferentes a la que forma parte de las cargas de colisiones de vehículos, C.T. Las combinaciones de cargas de los estados de servicios son las siguientes:
- **Servicio I:** Combinación de cargas que representa la operación normal del puente con un viento de 90 (km/h), tomando todas las cargas con sus valores nominales. También se relaciona con el control de las deflexiones de las estructuras metálicas enterradas, revestimientos de túneles y tuberías termoplásticas y con el control del ancho de fisuración de las estructuras de hormigón armado.

- **Servicio II:** Combinaciones de cargas cuyas intenciones es controlar las fluencias de las estructuras de aceros y el resbalamiento que provocan las sobrecargas vehiculares en las condiciones de resbalamiento crítico.
- **Servicio III:** Combinaciones de cargas relativas sólo a la tracción en estructuras de concreto pretensado con el objetivo de controlar las fisuraciones.
- **Servicio IV:** Combinaciones de cargas relacionadas exclusivamente a las tensiones en las columnas de concretos pretensados con los propósitos de controlarse con las grietas.
- **Fatiga I:** Combinaciones de cargas de fatiga y fractura que se relaciona con la vida de fatiga infinita por carga inducida. El concepto de vida infinita es usado en puentes con volumen de tráfico alto.
- **Fatiga II:** Combinaciones de cargas de fatigas y fracturas que se relaciona con la vida de fatiga infinita por cargas inducidas. Los conceptos de vidas infinitas son usados en puentes con volúmenes de tráficos bajos.

2.2.5.2. **Designación de cargas:**

Las cargas que vamos a considerar en nuestro estudio son las siguientes:

D.C.: Cargas muertas de la estructura.

D.W.: Carga muerta de las superficies de revestimiento y accesorios.

P.L.: Cargas Peatonal.

L.L.: Cargas viva vehicular.

I.M.: Incrementos por carga vehicular dinámica.

En la siguiente tabla se encuentran los factores que afectan a cada una de las diferentes combinaciones de carga.

Tabla 1
Combinaciones de carga y factores de carga.

Combinación de Cargas Estado Limite	DC ES DD EL DW PS EH CR EV SH	LL IM CE BR PL 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	γ_p	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
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 y CE		1.50												
FATIGA I II- solamente LL,IM y CE		0.75												

Fuente: Manual de diseño de puentes 2016.

Tabla 2
Factores de carga para cargas 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, Método de Tomlinson	1.40	0.25
Pilotes, Método	1.05	0.30
Pilotes Perforados, (Drilled Shaft) Método de O'Neill and Resse (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
EL: Esfuerzos residuales acumulados resultantes del proceso constructivos, (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 rígido	1.35	0.90
	1.95	0.90
ES: Carga superficial (Sobrecarga) en el terreno	1.50	0.75

Fuente: Manual de diseño de puentes 2016.

2.2.5.3. Análisis de Cargas:

- **Cargas muertas (D.C.):** Es el peso permanente de la estructura en su totalidad, es decir: las vigas, barandas, diafragmas, pilas y otros servicios públicos.
- **Cargas por capas de rodaduras (D.W.):** Es el peso del revestimiento en área que se le da al puente, el cual está en función del espesor y del peso específico de la misma.
- **Cargas vivas vehiculares (L.L.):** Es el peso de las cargas móviles, es decir: los camiones, autos y peatones.

La Norma A.A.S.H.T.O L.R.F.D. 2014 definen unos coeficientes de acuerdo con los números de carriles y la presencia de múltiples sobrecargas que puedan presentarse en el puente. Estos coeficientes no son aplicables en los estados límites de fatigas.

Tabla 3
Factor de traficos de camiones en un unico carril.

Número de carriles disponibles por camiones	p
1	1.00
2	0.85
3 ó mas	0.80

Fuente: Manuales de diseño de puentes 2016.

Tabla 4
Factores por presencia multiple de sobrecargas

Número de carriles cargados	Factor de presencia múltiple, m
1	1.20
2	1.00
3	0.85
4 ó mas	0.65

Fuente: Manual de diseño de puentes 2016.

2.2.5.4. **Carga peatonal:**

(Rodriguez Serquen, 2016). “La carga peatonal es de 366 kg/m² en las aceras con unos anchos de mayores a 0.60 metros, las cuales serán aplicadas simultáneamente con la sobrecarga vehicular. En caso de que las cargas peatonales se combinen con uno o más carriles con sobre cargas vehicular”.

2.2.5.5. **Incremento por carga dinámica (I.M.):**

Los efectos estáticos del camiones de diseños, se debe mayorarse con los siguientes porcentajes:

Tabla 5
Incremento por carga dinamica (IM).

Componente	IM
Juntas del tablero- Todos los Estados Limites	75%
Todos los demás componentes	15%
<ul style="list-style-type: none"> • Estado límite de fatiga y fractura • Todos los demás estados limites 	33%

Fuente: Manual de diseño de puentes 2016.

2.2.5.6. Criterios de deflexiones:

Los criterios de esta sección se deben considerar optativos, a excepción de los siguientes:

- Los requerimientos para los tableros ortótropos se deben considerar obligatorios.
- Los requisitos para estructuras de concretos armados prefabricados que tienen tres lados se deben considerarse obligatorios.
- Los tableros metálicos reticulados y otros tableros livianos metálicos y de concretos deben de satisfacerse los requisitos de estados límites de servicios donde se estipulas que se considerara los efectos de excesiva deformación del tablero incluyendos las deflexiones causadas por las cargas vivas más las cargas dinámicas que no deberán de excederse los siguientes criterios:

Tabla 6
Formulas para el calculo de las deflexiones.

FORMULAS PARA CALCULAR LA DEFORMACION	
CARGA	FORMULAS
Vehicular	$L/800$
Vehicular y/o peatonal	$L/1000$
vehicular sobre voladizos	$L/300$
vehicular y/o peatonal sobre voladizos	$L/375$

Fuente: Manual de diseño de puentes 2016.

2.2.6.Cargas y factores de carga:

2.2.6.1. Cargas permanentes:

El peso propio se determinará considerando todos los elementos que sean indispensables para que la estructura funcione como tal. Las cargas muertas incluirán el peso de todos los elementos no estructurales, tales como veredas, superficie de rodadura, balastro, barandas, postes y tuberías. El peso propio y las cargas muertas serán estimados sobre la base de las dimensiones indicadas en planos y en cada caso considerando los valores medios de los correspondientes pesos específicos.

Tabla 7
Pesos especificos de algunos materiales.

Material	Peso Unitario (kg/m ³)
Acero	7850
Agua fresca	1000
Agua salada	1020
Albañilería de piedra	2700
Aleaciones de aluminio	2800
Arcilla blanda	1600
Arena, limo o grava no compactados	1600
Concreto simple	
Liviano	1760
De arena liviana	1920
Peso normal con $f'c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	2320
Peso normal con $350 < f'c \leq 1050 \text{ kg/cm}^2$	$2240 + 0.23f'c$
Concreto armado (C3.5.1. AASHTO)	Peso Concreto Simple + 80kg/cm ²
Grava, macadam o balastro compactados	2240
Hierro fundido	7200
Madera dura	960
Madera blanda	800
Relleno de ceniza	960
Superficies de rodamiento bituminosas	2240
Material	Peso por unidad de longitud
Rieles de tránsito, durmientes y fijadores de vía	300

Fuente: Manual de diseño de puentes 2016.

2.2.6.2. Cargas variables:

El proyectistas consideraran todas las cargas debidas a pesos de materiales y equipos requeridos durante la construcción, así como las cargas de peso propio u otras de carácter permanente que se apliquen en cada etapa del proceso constructivo. Deberán prevérseos las ubicaciones de todas las cargas permanentes o temporales en cada etapa, dejando márgenes para las posibles imprecisiones o errores. Deberán considerarse las posibilidades que, durante los procesos constructivos o como resultados de una posterior modificación, la carga muerta sea retirada parcialmente, pudiendo reducirse unos posibles efectos favorables.

2.2.7. Cargas vivas de diseño:

Las cargas vivas correspondiente a cada vía será la suma de:

- Camiones de diseño, o tándem, tomándose aquellos que produzcan en cada caso los efectos más desfavorables.

➤ Sobre-carga distribuida.

2.2.7.1. Camión de diseño:

Las cargas por ejes y los espaciamientos entre los ejes serán los indicados en las figuras, la distancia entre los dos ejes de 32 kips (14.52T) será tomada como aquella que, estando entre los límites de 13.0 ft (4.27m) y 30 ft (9.14m), resultan en los mayores efectos. Las cargas de los camiones de los diseños deberán incrementarse por efectos dinámicos.

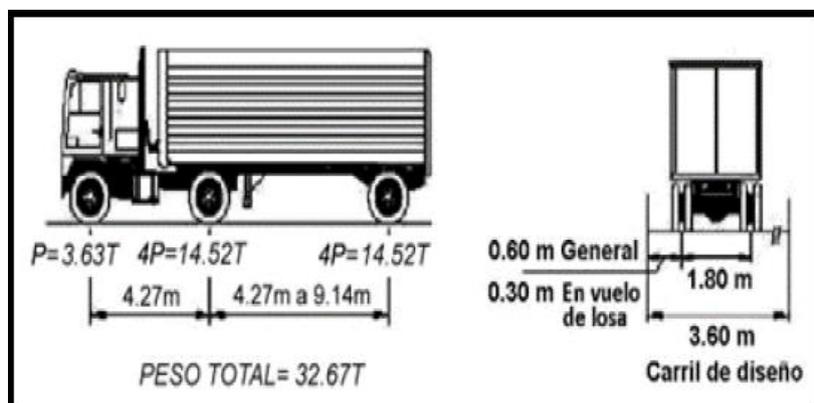


Figura 1 Camión de diseño según carga HL- 93.
Fuente: Manual de diseño de puentes 2016.

2.2.7.2. Tándem de Diseño:

El tándem de diseños consistirán en unos conjuntos de dos ejes, cada uno con unas cargas de 24 kips (12.34 Toneladas). Espaciados a 3 ft (1.21 metros). La distancia entre las ruedas de cada eje, en dirección transversal, será de 6 ft (1.81 metros). Estas cargas deberán incrementarse por los efectos dinámicos.

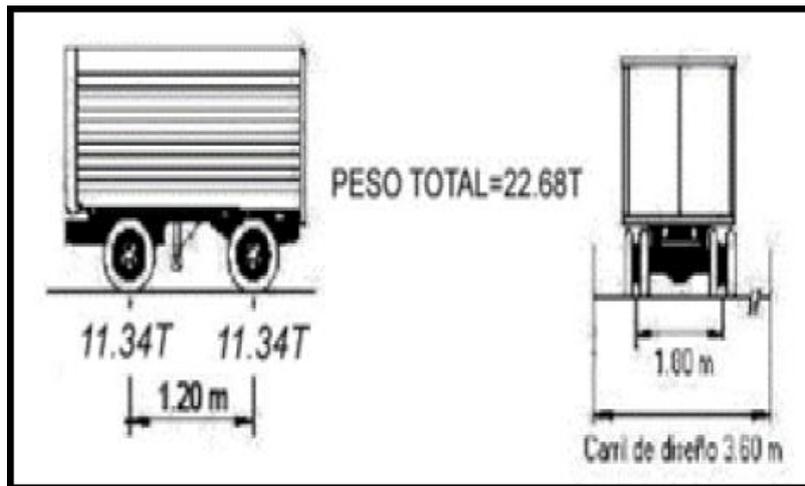


Figura 2 Tándem de diseño según carga HL- 93.
Fuente: Manual de diseño de puentes 2016.

2.2.7.3. Sobrecarga distribuida (carga de carril de diseño):

Se considerará una sobrecarga de 0.64 klf (954Kgf/m), se distribuye uniformemente en la dirección longitudinal sobre las secciones del puente donde tiene un efecto negativo. Se espera que este espacio libre se distribuya uniformemente sobre un ancho de 10,0 pies (3,00 m) lateralmente. Esta carga también se aplica a áreas con una estructura de camión o tándem. No se considerarán efectos dinámicos para esta sobrecarga.

2.2.8. Cargas excepcionales:

Son actividades que tienen una probabilidad muy baja de ocurrir, pero que el diseñador debe tener en cuenta en determinadas circunstancias, como en caso de colisión, explosión o incendio.

2.2.9. Patologías en puentes:

Son lesiones o fallas que se presentan en diversas estructuras, en este caso los puentes, estas se pueden originar desde el momento de la construcción del puente o por los diversos agentes atmosféricos a los que se encuentran expuestos, generando el colapso del mismo y a su vez grandes pérdidas tanto económicas como seres humanos. Los puentes son estructuras que amerita mucho cuidado, ya que son grandes estructuras importantes para la población y por ende se deben conservar aplicando periódicamente mantenimiento programado, para el buen funcionamiento del cual fueron construidos. Estas estructuras con el pasar del tiempo van presentando síntomas de patologías en sus partes, las cuales si no las atacamos en el momento adecuado se llega a un punto donde se vuelve una enfermedad grave, una de ellas es deformaciones en la estructura y el pronóstico puede ser pesimista, donde se tiene varias opciones, ellas son; amputación, demolición o muerte de la parte del puente que se enferma.

2.2.10. Durabilidad de las estructuras de concreto:

(Treviño, 1998). El atributo de una estructura de conservar la cualidad de seguridad, resistencia, rigidez y estabilidad, durante toda su vida útil se denomina durabilidad. En otras palabras, la durabilidad es la habilidad que posee una estructura para resistir agresiones físicas, químicas, biológicas y de los agentes atmosféricos conservando su integridad a través del tiempo, asegurando con ellos que no se alcance ningún estado limite dentro de la vida útil prevista, como consecuencia de eventuales deterioros prematuros. Una estructura es durable si ha tenido un diseño, construcción y conservación

adecuados. Ahora bien, en un contexto más amplio, el atributo de durabilidad va mucho más allá que la sola habilidad para resistir el deterioro.

2.2.11. Ensayos no destructivos:

(Bunge & Magallanes, 2011). “Son actividades que tienen una probabilidad muy baja de ocurrir, pero que el diseñador debe tener en cuenta en determinadas circunstancias, como en caso de colisión, explosión o incendio.”

2.2.11.1. Evaluación del concreto por el esclerómetro:

Las evaluaciones de las estructuras de concretos en sitios, además de los métodos de extracciones de testigos y pruebas de cargas, se pueden realizarse mediante ensayos no destructivos, que tienen las ventajas de permitirse los controles de todas las estructuras y sin afectarlas en formas rápidas. Dentro de los métodos no destructivos, los de durezas superficiales son los más generalizados, por su economía y facilidades de ejecuciones, entre ellos el método de los esclerómetros es empleado por los mayores números de países. Que son esclerómetros fue diseñados. Las pruebas determinar, en las realidades, las durezas de las superficies de los concretos y, ayunque no existes unas relaciónese especiales entre la durezas y resistencias del concretos, puede determinarse relaciones empíricas para los concretos similares como curado de tal manera, que tantos las superficies probadas con los martillos y las regiones centrales, cuyas resistencias es lo importantes, tengan las mismas resistencias. Las normas de referencias es A.S.T.M C. 8.0.5.

2.2.11.2. Criterios de Evaluación:

"Los detalles y su ajuste dependen del tipo de esclerómetro y dicha información debe ser proporcionada por el fabricante. En cuanto a las mediciones, se deben excluir las lecturas con una desviación media de más de cinco unidades" y se determina el promedio del número final.

2.2.11.3. Descripción del Aparato:

este esquema de los aparatos está dado en el grafico N°03, según la información del fabricante, en el que se singulariza los siguientes elementos:

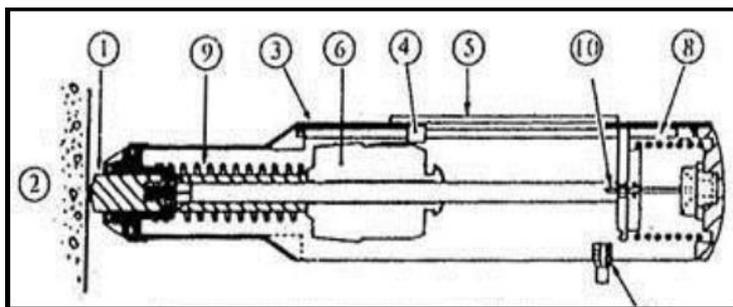


Figura 3 Esquema del esclerómetro.

Fuente: Imágenes Google.

1. Percutor, 2. Concreto, 3. Cuerpo exterior, 4. Aguja, 5. Escala, 6. Martillo, 7. Leer botón de bloqueo, 8° resorte, 9° resorte, 10° bloqueo. La prueba

se realiza presionando el percutor contra la superficie que se probará hasta que el martillo con resorte se expulse sobre el percutor. Después de golpear, el martillo rebota una cierta distancia, indicada por una aguja graduada. La lectura de la posición de la aguja indica la cantidad de retracción expresada como porcentaje del avance del martillo.

2.2.12. Modelamiento del puente en el software C.S.I B.R.I.D.G. E:

A lo largo de la historia se han utilizado diferentes formas para el diseño y cálculo de puentes, que dependen de los recursos disponibles y el conocimiento que posea el ingeniero encargado, siendo indispensable el empleo de software que permita agilizar el proceso, sirviendo también como guía de aprendizaje y una herramienta útil para comprobar los resultados obtenidos de un cálculo manual, además el programa permite diseñar, analizar y evaluar de manera directa.

a. Propiedades y parámetros geométricos para la simulación en el C.S.I.- B.R.I.D.G.E:

El estudio de propiedades y parámetros geométricos para la simulación" de la norma requiere el conocimiento de las cargas y factores de carga que experimenta la estructura del puente para saber cómo se distribuirán las cargas de acuerdo con las especificaciones. A.A.S.T.H.O. L.R.F.D. ...

b. Modelación geométrica en el CSI BRIDGE:

C.S.I. B.R.I.D.G.E. es un nuevo software integral del estado de la técnica para el análisis estructural y sísmico; para el diseño y evaluación de puentes simples y complejos. Todos los comandos se integran en una única interfaz, que proporciona un entorno fácil de usar, así como realizar un trabajo intuitivo. Los modelos de puente son generados a partir de plantillas que el programa trae como predefinidos; permitiendo al participante un gran ahorro de tiempo en la elaboración del modelo del puente a diseñar.

Usando el programa C.S.I. B.R.I.D.G.E., los “ingenieros pueden definir geometrías complejas del puente, condiciones de contorno y los casos de carga demandadas. Los modelos de puente se definen paramétricamente, el uso de términos que son familiares a los ingenieros de puentes, como líneas de diseño, estribo, pilares, inclinaciones, Pos-tensado, secciones agrietadas; etc.

2.3. Definición de términos:

- **Deterioro Estructural:** La degradación de las estructuras de hormigón se puede dividir en dos grupos, según se produzca en el hormigón o en el acero que forma la estructura. Los huecos y las roturas son las principales causas de deterioro. Para el acero dulce, la corrosión es la más importante. causa de la pérdida de sus propiedades y estructura.
- **Paso a desnivel:** Una estructura construida para cruzar una carretera existente. Si la ruta de la nueva carretera cruza una carretera existente, se denomina paso elevado, de lo contrario, se denomina paso subterráneo.
- **Vado:** Estructura formada por cuatro o más celdas que no permite el paso permanente de vehículos. Por ejemplo, diseñado para un caudal específico inferior al máximo de la calzada y capacidad hidráulica limitada de la estructura, funcional en verano y pequeña avenida invernal.

- **Claro vertical libre o gálibo:** Esta es la altura libre entre el miembro más bajo de la superestructura y la parte inferior de la cimentación o carretera o vía férrea, o puente en la carretera o vía férrea.
- **Dique:** Se coloca una barrera para evitar inundaciones en las orillas del río. Su función principal en el puente es controlar el progreso de la erosión alejando la corriente de las paredes.
- **Losa de aproximación:** El puente de acceso en losa está construido de hormigón armado. Actúa como parte de una puerta de carga y se apoya sobre una tarima de baluarte de madera llamada voladizo. Las losas de acceso se utilizan para evitar el cierre de los accesos debido a la fricción causada por el peso de los vehículos a lo largo del tiempo.
- **Pedestal:** (41/5000 Palabras) Parafrasear Textos Son columnas cortas erigidas sobre las vigas de la cabeza de la fortaleza y pilares sobre los que se colocan los elementos principales de la superestructura. La altura de los apoyos es variable con el fin de crear el bombeo de los paneles Hay casos.
- **Contracción diferencial:** Si es necesario, debe determinarse la deformación debida a la retracción diferencial entre hormigones de diferentes edades o composiciones y entre hormigón y acero.

- **Fluencia lenta:**

Los pisos de concreto y madera deberán cumplir con lo establecido en las cláusulas 5 y 8. Al considerar las tensiones y deformaciones causadas por el arrastre, se debe tener en cuenta la dependencia del tiempo y los cambios en la tensión.

- **Asentamiento:** Se deben considerar solicitudes ocasionadas por valores extremos de diferencia en la subestructura.

- **Fuerzas secundarias de elementos postensados:** La aplicación de fuerzas de postensado a una estructura continua produce reacciones de apoyo y fuerzas internas llamadas fuerzas secundarias.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general:

La estructura del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica presenta deficiencias estructurales.

2.4.2. Hipótesis específicas:

- a) Los parámetros diseño estructural del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica no garantizan la estabilidad de la estructura.

- b) Los parámetros de diseño estructural del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica no cumplen con la norma vigente.

- c) El reforzamiento estructural adecuado para el puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica es incrementar la las dimensiones de los elementos estructurales, acorde a los resultados de los cálculos obtenidos.

2.5. Variables:

2.5.1. Definición conceptual de las variables:

Variable dependiente (Análisis Estructural del Puente)

La definición de un puente sería la según el comportamiento estructural de un edificio construido en una depresión del suelo (río, canal, acequia, etc.) o en otro lugar de comunicación entre dos lados, es la forma en que toda la estructura reacciona en forma de desplazamientos y deformaciones, antes de la aplicación de fuerzas externas; Las relaciones matemáticas que existen entre las fuerzas generalizadas y los movimientos generalizados se denominan generalmente proporciones.

El "Puente" se comprobará al menos en los siguientes casos: cambios de diseño (por ejemplo, la instalación de senderos a los lados del puente); cambio de uso; extensión de la vida útil del edificio; cargas crecientes; reparación por desgaste o daño por entrada accidental.

2.5.2. Definición operacional de la variable:

Tabla 8
Operacionalización de la variable independiente.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
Análisis Estructural Del Puente	Modelamiento geométrico:	Luz del puente.	metros
		Partes del puente.	normatividad
		Tamaño de los elementos estructurales: secciones y longitudes.	metros
	Propiedades de los materiales:	Módulo de elasticidad.	Pascal
		Peso específico.	Kg
		Esfuerzos admisibles.	Adimensional
	Capacidad de carga vehicular Variable:	HS25 (A.A.S.H.T.O S.T.A.N.D.A.R.D.)	Cargas vivas
			Cargas muertas
			Reacción de los suelos

Fuente propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

En el presente trabajo de investigación se hará uso del Método Científico como método general. Según ANDER, Egg (1984:56), “El estudio del método científico es objeto de estudio de la epistemología. Asimismo, el significado de la palabra método ha variado. Ahora se le conoce como el conjunto de técnicas y procedimientos que le permiten al investigador realizar sus objetivos y aplicar sus hipótesis mediante procesamiento de datos”.

3.2. Tipo de investigación

A decir de SIERRA, Restituto (2002:123) “el tipo de estudio de la presente investigación es la aplicada porque “en estos estudios se deben determinar y definir previamente las variables, luego se formulan hipótesis, los mismos que deben probarse por los cálculos e iteraciones, los cuales se llevaran a cuadros estadísticos, trabajándose con una muestra específica y llegando al final a las conclusiones”.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación empleado será Descriptivo, porque según Hernández, Fernández y Baptista (2010), el nivel descriptivo busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de la investigación.

3.4. Diseño de Investigación

Según el autor Fideas G. Arias (2012), “el tipo de diseño es el no experimental con sin tener ningún tipo de intervención en una variable, para ver los efectos que pueda

producir esto en la otra, de la misma manera tuvo un corte transaccional donde se realizaron la toma de datos una vez con el estudio y ensayo de suelos, así como con el equipo del esclerómetro”, se propone el siguiente esquema de diseño de la investigación:

$$X1 \rightarrow Y \rightarrow X2$$

Donde:

X1: es la situación inicial o de partida.

Y: es la aplicación de la investigación.

X2: es el resultado de la investigación.

La variable X1: equivale al momento en que se decide la ejecución de la investigación,

comenzando con el desarrollo del perfil, investigación básica y preparación de materiales.

La variable Y: equivale a todas las acciones desarrolladas por el investigador para producir el nuevo conocimiento, como son la revisión profunda de bibliografía, uso de metodologías y sistematización de información para su procesamiento, determinando las alternativas de soluciones más convenientes.

La variable X2: corresponde a los logros de la investigación, esto es la obtención de los resultados, su contrastación y elaboración del informe final, determinando una alternativa única de solución.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Para **Hernández Sampieri, (2014)**, “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (pág. 65). Para el estudio la población estará conformada por los puentes de la provincia de Acobamba.

3.5.2. Muestra

La Muestra será no probabilística, el tipo de muestreo será por conveniencia, según **carrasco (2005, p. 243)** considera “el investigador selecciona sobre la base de su propio criterio las unidades de análisis”. Para nuestra investigación la muestra estará determinada por el puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, fue dirigida, por conveniencia, según a la información que se tuvo acceso”.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los parámetros de diseño estructural del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc serán obtenidos del expediente técnico de la obra y del ensayo de esclerómetro, estos datos fueron obtenidos en campo.

3.6.1. Documentales (mediante el análisis documental)

Según (Carrasco, 2006, p.89) “señala las técnicas para la recolección de información son mediante el análisis documental, donde todo objeto o elemento material que contiene información procesada sobre hechos, sucesos o acontecimientos naturales o sociales que se han dado en el pasado y que poseen

referencias valiosas, para nuestro caso nos basamos en el expediente técnico y los datos obtenidos en campo”.

3.6.2. No documentales (Observación directa)

Según (Valderrama, 2007, p.68), “cita teniendo en cuenta que la observación es una técnica de recopilación de datos semi-primaria, la observación permite el logro de la información en la circunstancia en la que ocurren los hechos y no cuando estos ya pasaron”. Se realizó una observación conductiva, en la cual las observaciones permitirán obtener los datos sobre las edificaciones con sus respectivas vulnerabilidades, seguidamente se hizo una observación no conductiva por lo que se usó fuentes bibliográficas (libros), normas, manuales, entre otros documentos que tuvo relación con mi investigación.

3.7. Técnicas e procesamiento y análisis de datos

Los datos recolectados del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc serán procesados en el software C.S.I. Bridge aplicando el método L.R.F.D. con la finalidad de determinar los cálculos estructurales adecuados según el Manual de Puentes M.T.C., 2018.

3.8. Técnicas y análisis de datos:

Resultados obtenidos en la evaluación del puente Izcuchaca tramo Quichuas Mayocc serán comparados con las especificaciones técnicas del Manual de Puentes M.T.C. 2.0.1.8 para determinar si cuenta con un diseño estructural adecuado, caso contrario se propondrá el reforzamiento de la superestructura y subestructura.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Aspectos generales:

4.1.1. Ubicación del proyecto:

La ubicación del proyecto corresponde a:

- Departamento: Huancavelica
- Provincia: Acobamba
- Distrito: Izcuchaca
- Lugar: Quichuas - Mayocc



Figura 4. mapa político del Perú y del departamento de Huancavelica
Fuente: Elaboración propia.



Figura 5. mapa político de la provincia de Huancavelica y de la zon del proyecto
Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. Localidad La acobamba
Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Situación actual del puente:

El puente Izcuchaca tramo Quichuas Mayocc de la provincia de Acobamba fue construido el año 2013 para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, pero actualmente a sus 8 años de funcionamiento, presenta serias patologías en sus principales elementos estructurales como fisuras, grietas, desprendimientos de concreto, deflexiones, áreas de acero que no cumplen con lo requerido, etc.

Como alternativa de solución se propone realizar un análisis estructural en la subestructura y superestructura del puente Izcuchaca con la finalidad de determinar el motivo de las patologías anteriormente mencionadas y proponer el reforzamiento adecuado.

4.2. Ensayo de resistencia (Esclerometría):

La finalidad de este ensayo fue determinar la resistencia a la compresión del concreto con lo que actualmente cuentan las vigas principales, vigas diafragma, losa y estribos, teniendo en cuenta la norma A.S.T.M. C - 8.0.5.

4.2.1.1. Procedimiento:

- Seleccionar las áreas para el ensayo mediante el impacto de un martillo para verificar sensitiva y auditivamente el cambio de dureza en el concreto de la estructura.



Figura 7 Seleccionando el área de ensayo
Fuente: Elaboración propia.

- Pulir la superficie donde se realizará el ensayo con una piedra abrasiva hasta eliminar cualquier elemento no propio del concreto que podría afectar el índice de rebote.



Figura 8 Puliendo el área de ensayo
Fuente: Elaboración propia.

- Dibujar 10 cuadrículas de 25x25mm en la superficie donde realizaremos el ensayo (tomar 4 ensayo por elemento)



Figura 9 Dibujando las cuadrículas de 25x25mm
Fuente: Elaboración propia.

- Realizar el impacto con el esclerómetro en el centro de cada cuadrícula y anotamos valor obtenido.



Figura 10 Realizando el impacto con el esclerómetro
Fuente: Elaboración propia.

- Transcribir los valores obtenidos en una hoja de cálculo Excel y determinar el valor medio de los rebotes.
- Según la ASTM C 805 debemos descartar los valores que difieran ± 6 el valor de la media, cuando se tenga más de 3 valores que difieran de la media, se descarta el ensayo por completo. En nuestro caso no se obtuvo dichos valores, por lo tanto, no se descartó ningún impacto obtenido.

- Con el valor medio de los rebotes, determinamos la resistencia elástica del concreto teniendo en cuenta la orientación del esclerómetro (0° , -90° , $+90^\circ$, -45° y $+45^\circ$) y la siguiente tabla:

IMPACT ANGLE α					
R	$\alpha -90^\circ$	$\alpha -45^\circ$	$\alpha 0^\circ$	$\alpha +45^\circ$	$\alpha +90^\circ$
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	> 600	> 600	580	550	530
55	> 600	> 600	600	570	550

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

Figura 11 Valores para resistencia elástica para Esclerómetro PCE-HT-75
Fuente: Elaboración propia.

- En nuestro caso los ensayos fueron realizados teniendo en cuenta los ángulos de 0° y -90° .
- La resistencia a la compresión del concreto es igual al valor promedio de los cuatro ensayos realizados.



Figura 12 Esclerómetro PCE-HT-75 utilizado en esta investigación
Fuente: Elaboración propia.

El ensayo de resistencia se realizó en las vigas principales, vigas diafragma, losa y estribos del puente, teniendo en cuenta 4 ensayos de 10 impactos por elemento, a continuación, se muestra los resultados obtenidos:

Tabla 9

Ensayo de resistencia en VP - 01

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE										PROMEDIO	F'c ELASTICO	F'c REAL
PT 01	VP - 01	Horizontal	36	32	32	32	36	32	36	34	34	38	34.20	260.00	234
PT 02	VP - 01	Horizontal	32	29	32	28	30	28	30	29	31	32	30.10	210.00	
PT 03	VP -01	Horizontal	30	31	32	31	31	32	29	30	30	31	30.70	210.00	
PT 04	VP - 01	Horizontal	36	32	34	33	32	34	34	35	33	32	33.50	255.00	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10

Ensayo de resistencia en VP - 02

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE										PROMEDIO	F'c ELASTICO	F'c REAL
PT 01	VP - 02	Horizontal	32	30	32	30	31	33	31	30	30	31	31.00	220.00	226
PT 02	VP - 02	Horizontal	30	33	32	30	31	33	30	31	32	32	31.40	229.00	
PT 03	VP - 02	Horizontal	33	31	30	30	34	30	31	33	32	30	31.40	229.00	
PT 04	VP - 02	Horizontal	33	32	32	34	30	31	31	30	30	30	31.30	226.00	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11
Ensayo de resistencia en VD - 01

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE										PROMEDIO	F'c ELASTICO	F'c REAL
PT 01	VD - 01	Horizontal	33	33	32	34	35	32	33	36	34	35	33.70	255.00	238
PT 02	VD - 01	Horizontal	31	30	32	30	30	32	32	31	30	33	31.10	222.00	
PT 03	VD - 01	Horizontal	33	30	32	34	31	30	33	34	34	31	32.20	223.00	
PT 04	VD - 01	Horizontal	33	34	33	34	33	33	34	34	34	35	33.70	250.00	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12
Ensayo de resistencia en VD - 02

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE										PROMEDIO	F'c ELASTICO	F'c REAL
PT 01	VD - 02	Horizontal	32	33	35	33	31	32	33	35	33	32	32.90	248.00	242
PT 02	VD - 02	Horizontal	33	34	34	31	33	30	32	34	31	30	32.20	240.00	
PT 03	VD - 02	Horizontal	34	33	30	33	34	33	33	33	30	31	32.40	242.00	
PT 04	VD - 02	Horizontal	32	30	33	32	34	33	31	33	32	31	32.10	239.00	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13

Ensayo de resistencia en VD - 03

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE										PROMEDIO	F'c ELASTICO	F'c REAL
PT 01	VD - 03	Horizontal	33	33	30	33	32	34	35	31	30	34	32.50	244.00	223
PT 02	VD - 03	Horizontal	29	30	31	31	28	29	27	29	29	28	29.10	192.00	
PT 03	VD - 03	Horizontal	30	31	31	30	31	32	32	33	30	29	30.90	218.00	
PT 04	VD - 03	Horizontal	32	33	31	32	33	30	33	32	33	31	32.00	238.00	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14

Ensayo de resistencia en VD - 04

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE										PROMEDIO	F'c ELASTICO	F'c REAL
PT 01	VD - 04	Horizontal	33	33	31	35	34	33	32	33	30	31	32.50	244.00	246
PT 02	VD - 04	Horizontal	34	33	35	30	31	31	32	32	33	33	32.40	242.00	
PT 03	VD - 04	Horizontal	33	33	32	32	31	31	35	34	33	32	32.60	245.00	
PT 04	VD - 04	Horizontal	35	33	34	35	35	33	34	31	31	32	33.30	253.00	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15

Ensayo de resistencia en VD - 05

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE										PROMEDIO	F'c ELASTICO	F'c REAL
PT 01	VD - 05	Horizontal	32	34	33	31	30	31	33	32	33	33	32.20	240.00	245
PT 02	VD - 05	Horizontal	33	33	31	33	32	30	34	33	35	31	32.50	244.00	
PT 03	VD - 05	Horizontal	35	34	32	31	33	33	31	32	33	34	32.80	248.00	
PT 04	VD - 05	Horizontal	33	35	31	32	30	33	33	31	34	35	32.70	247.00	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16

Ensayo de resistencia en LOSA

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE										PROMEDIO	F'c ELASTICO	F'c REAL
PT 01	LOSA	Vertical	31	29	29	31	28	29	26	30	30	30	29.30	242.00	250
PT 02	LOSA	Vertical	30	32	30	29	28	29	31	32	31	29	30.10	251.00	
PT 03	LOSA	Vertical	29	30	31	30	29	30	31	31	32	29	30.20	252.00	
PT 04	LOSA	Vertical	32	31	29	28	32	31	30	30	31	29	30.30	253.00	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17

Ensayo de resistencia en ESTRIBO 01

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE										PROMEDIO	F'c ELASTICO	F'c REAL
PT 01	ESTRIBO 01	Horizontal	33	32	35	34	31	30	35	32	33	31	32.60	246.00	245
PT 02	ESTRIBO 01	Horizontal	32	32	32	33	34	31	35	33	31	31	32.40	243.00	
PT 03	ESTRIBO 01	Horizontal	32	33	34	35	32	31	35	30	34	32	32.80	248.00	
PT 04	ESTRIBO 01	Horizontal	33	34	32	31	33	31	32	32	33	34	32.50	244.00	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18

Ensayo de resistencia en ESTRIBO 02

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE										PROMEDIO	F'c ELASTICO	F'c REAL
PT 01	ESTRIBO 02	Horizontal	35	32	31	36	34	33	31	32	34	33	33.10	251.00	254
PT 02	ESTRIBO 02	Horizontal	34	35	32	35	33	35	33	33	33	32	33.50	255.00	
PT 03	ESTRIBO 02	Horizontal	35	35	34	34	32	32	31	34	31	33	33.10	251.00	
PT 04	ESTRIBO 02	Horizontal	32	35	34	33	36	34	33	35	33	34	33.90	259.00	

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Análisis de la superestructura:

El análisis de la superestructura consistirá en determinar los momentos y deflexión de las vigas principales, vigas diafragma y losa del puente Izcuchaca mediante el área de acero descrito en los planos del expediente técnico, estos serán comparados con los momentos reales determinados con el software Bridge con la finalidad de observar si cumplen con las especificaciones del manual de diseño de puentes MTC 2018.

4.3.1. Cálculo de los momentos según el área de acero:

Para determinar los momentos de diseño, aplicaremos el área de acero descrito en los planos del expediente técnico y aplicaremos las siguientes ecuaciones:

$$A_s = \frac{A_v * b}{s} \dots (1)$$

$$a = \frac{A_s * F_y}{0.85 * F'_c * b} \dots (2)$$

$$M_u = 0.90 * A_s * F_y * (d - \frac{a}{2}) \dots (3)$$

Donde:

A_s : Área de acero (Cm²).

A_v : Área de la varilla (cm²).

B : Base de diseño (cm).

S : Espaciamiento de acero (Cm).

F_y : Fluencia del acero (Kg/cm²)

F'_c : Resistencia a la compresión (Kg/cm²)

M_u : Momento ultimo de diseño (Kg.cm).

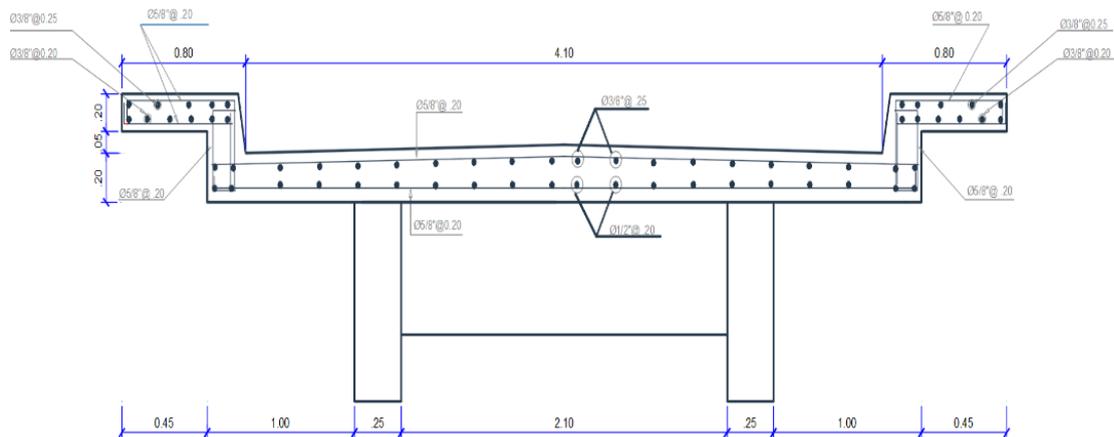


Figura 13 Acero en la losa
Fuente: Elaboración propia.

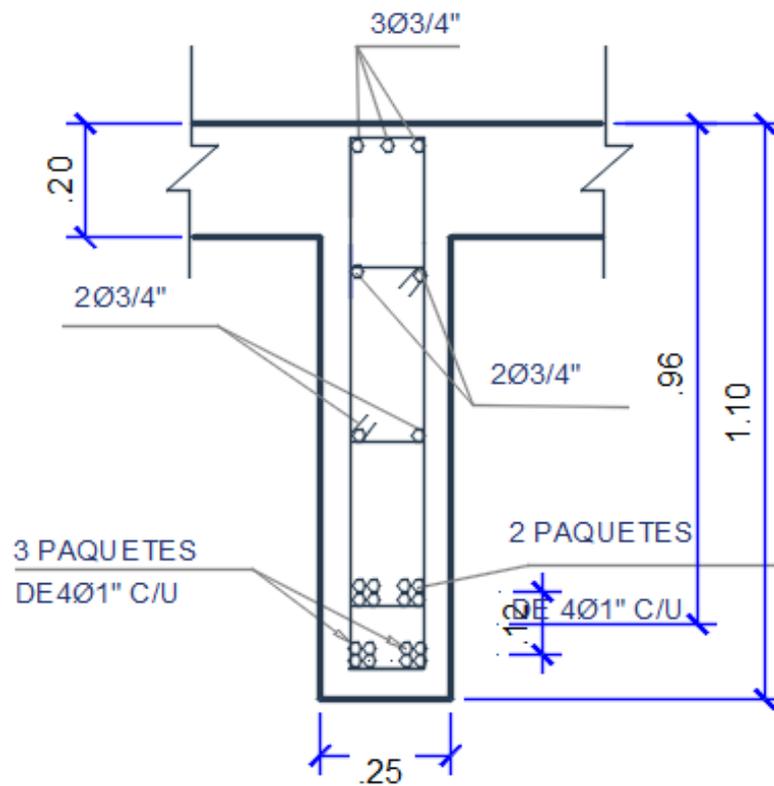


Figura 14 Acero en vigas principales
Fuente: Elaboración propia.

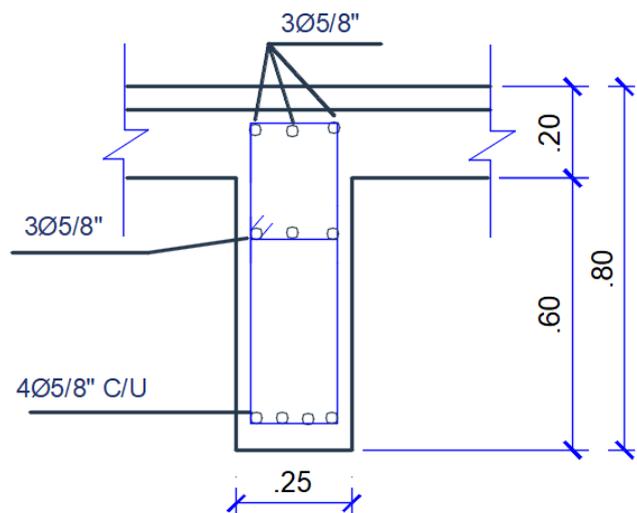


Figura 15 Acero en las vigas diafragma
Fuente: Elaboración propia.

Aplicando los datos obtenidos de los planos y las ecuaciones mencionadas, obtenemos los momentos de diseño los cuales se pueden observar de forma resumida en la siguiente tabla:

Tabla 19
Cálculo de los momentos de diseño

ELEMENTO	ESPACIAMIENTO	BASE (Cm)	PERALTE (Cm)	ACERO (Cm ²)	a	MOMENTO (Tn.m)
LOSA	1/2"@20	100	16.25	6.35	1.12	3.77
LOSA	3/8"@25	100	16.25	2.84	0.50	1.72
LOSA	5/8"@20	100	16.25	9.95	1.76	5.78
LOSA	5/8"@20	100	16.25	9.95	1.76	5.78
V. PRINCIPAL	16Ø1"	25	90	81.12	57.26	188.18
V. DIAFRAGMA	7Ø5/8"	25	60	13.93	9.83	29.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior, podemos observar los momentos de diseño del puente Izcuchaca según el área de acero del expediente técnico, las cuatro primeras corresponden a la losa paralelo al tráfico – abajo, perpendicular al tráfico – abajo, paralelo al tráfico – arriba y perpendicular al tráfico arriba respectivamente.

4.3.2. Cálculo de los momentos reales:

Los momentos reales del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc serán determinados con el software Bridge para lo cual aplicaremos los datos descritos en los planos del expediente técnico, los cuales se muestran a continuación:

- Longitud: 20.00m.
- Ancho total: 5.70m
- Tipo de puente: Viga Losa.
- Pendiente: 2%.
- Numero de vías: 01 Vía.
- Numero de carril: 2 carriles.
- Resistencia a la compresión: 280 kg/cm².
- Vigas principales: 0.25x0.90m.
- Vigas diafragma: 0.25x0.60m.
- Ancho de losa: 0.20m
- Veredas: 0.80m de ancho.
- Carpeta asfáltica: 0.05m.
- Barandas Metálicas: En 20ml.
- Sobrecarga de Diseño: HL – 93.

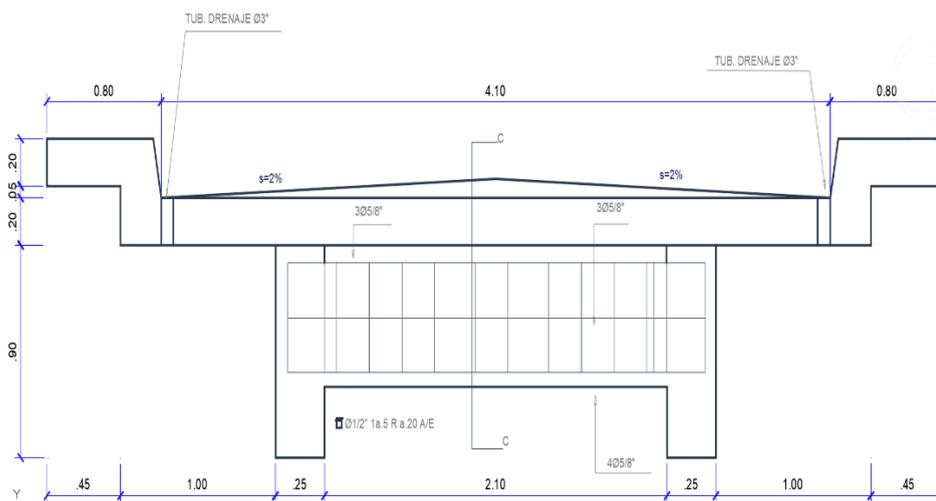


Figura 16 Dimensiones del puente Izcuchaca tramo Quichuas - Mayocc
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.1. Definiendo el eje de referencia:

El eje de referencia partirá de 0 – 20 como podemos observar en la siguiente figura:

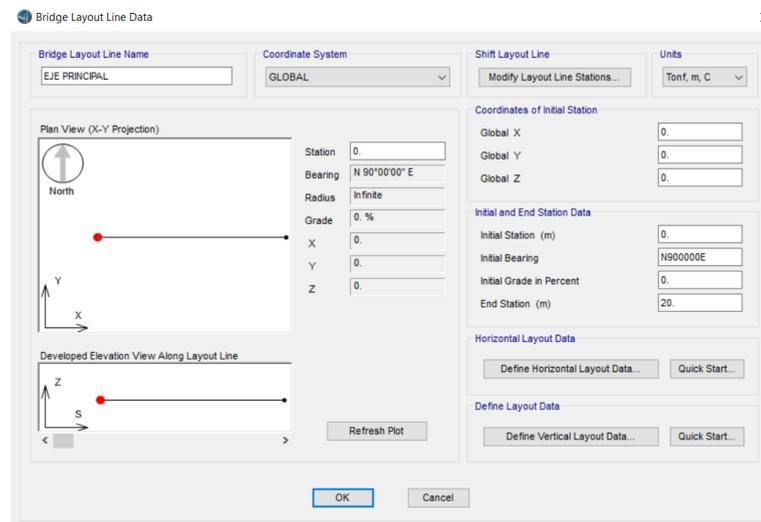


Figura 17 Definiendo el eje de referencia
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.2. Definiendo los carriles:

Definiremos dos tipos de carriles, un carril derecho y un carril izquierdo que partirán de 0 – 20m y tendrán los anchos de 1.05m y 2.10m.

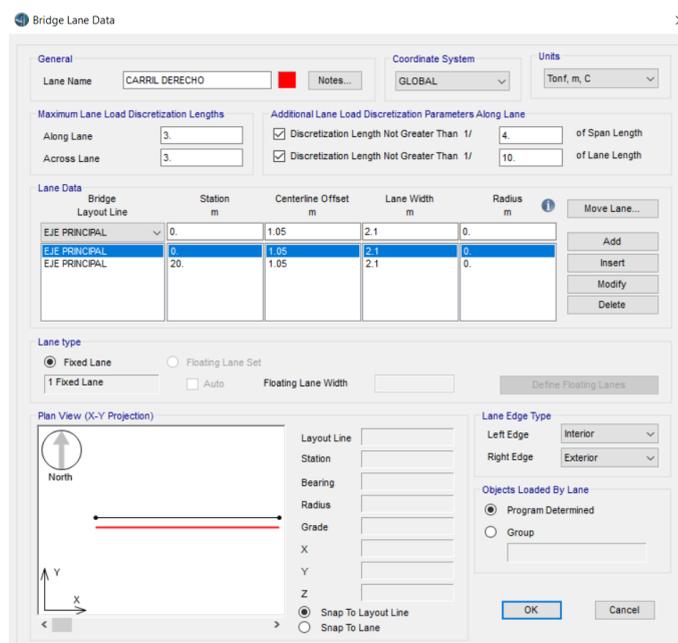


Figura 18 Definiendo carril derecho

Fuente: Elaboración propia.

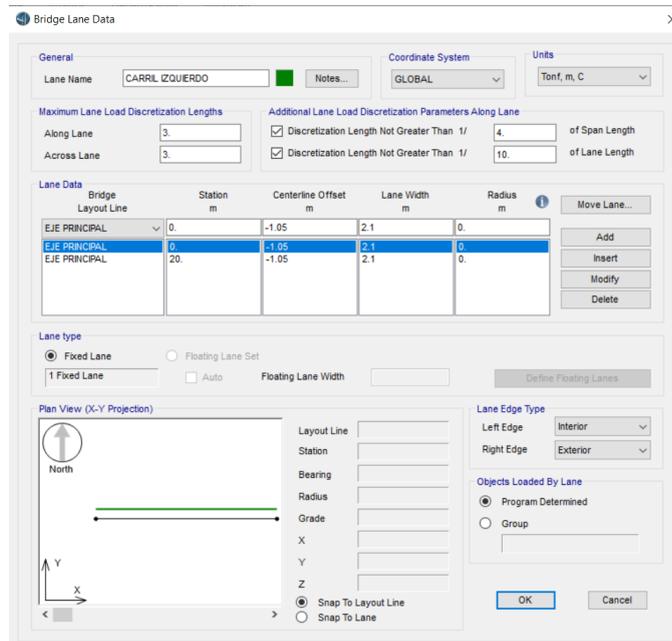


Figura 19 Definiendo carril derecho

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.3. Definiendo materiales:

La resistencia a la compresión del concreto es de 280Kg/cm².

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: CONCRETO 280

Material Type: Concrete

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 2.4

Mass per Unit Volume: 0.2447

Units: Tonf, m, C

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2509980.1

Poisson, U: 0.15

Coefficient of Thermal Expansion, A: 9.900E-06

Shear Modulus, G: 1091295.7

Other Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f_c: 2800.

Expected Concrete Compressive Strength: 2800.

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor: []

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Figura 20 Definiendo concreto 280Kg/cm²
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.4. Definiendo tablero:

Para definir el tablero, aplicaremos las medidas mostradas en la figura n°:

Define Bridge Section Data - Concrete Tee Beam

Section Data

Item	Value
General Data	
Bridge Section Name	PUENTE
Slab Material Property	CONCRETO 210
Girder Material Property	CONCRETO 210
Number of Interior Girders	0
Total Width	5.7
Total Depth	1.1
Keep Girders Vertical When Superelevate? (Area & Solid Models)	Yes
Slab Thickness	
Top Slab Thickness (t1)	0.2
Fillet Horizontal Dimension Data	
f1 Horizontal Dimension	0.
f2 Horizontal Dimension	0.
f3 Horizontal Dimension	0.
f4 Horizontal Dimension	0.
Fillet Vertical Dimension Data	
f1 Vertical Dimension	0.

Convert To User Bridge Section

OK Cancel

Figura 21 Definiendo el tablero parte 01
Fuente: Elaboración propia.

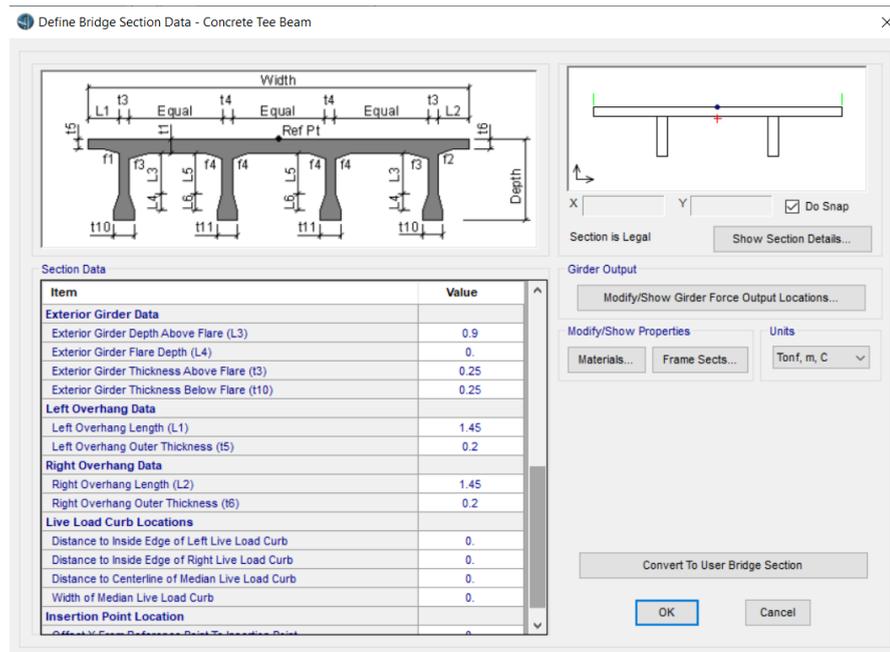


Figura 22 Definiendo el tablero parte 02
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.5. Definiendo superestructura:

Definiremos un apoyo fijo en el lado izquierdo y un apoyo móvil en el lado derecho.

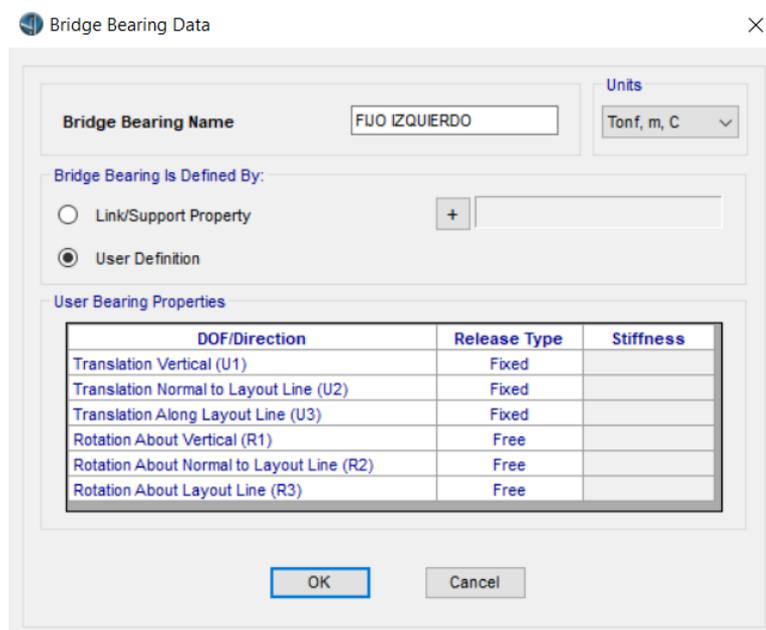
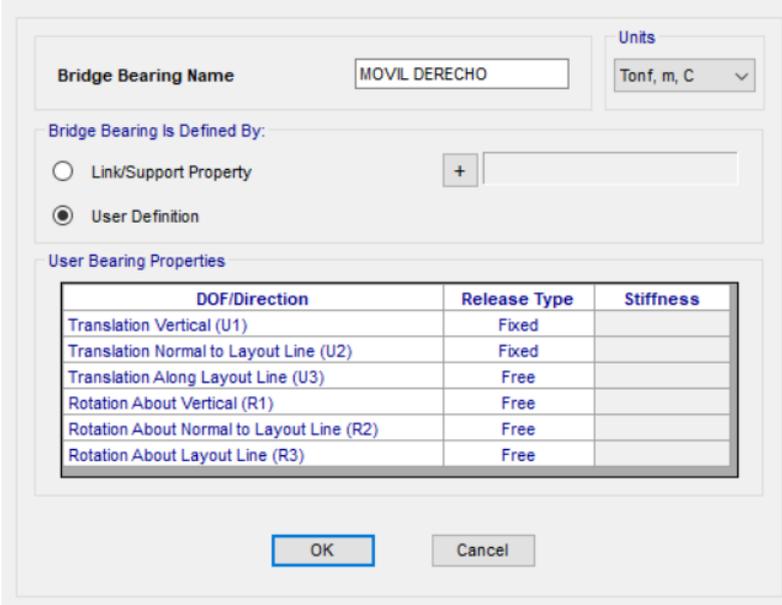


Figura 23 Definiendo el apoyo fijo
Fuente: Elaboración propia.



Bridge Bearing Name MOVIL DERECHO **Units** Tonf, m, C

Bridge Bearing Is Defined By:

Link/Support Property +

User Definition

User Bearing Properties

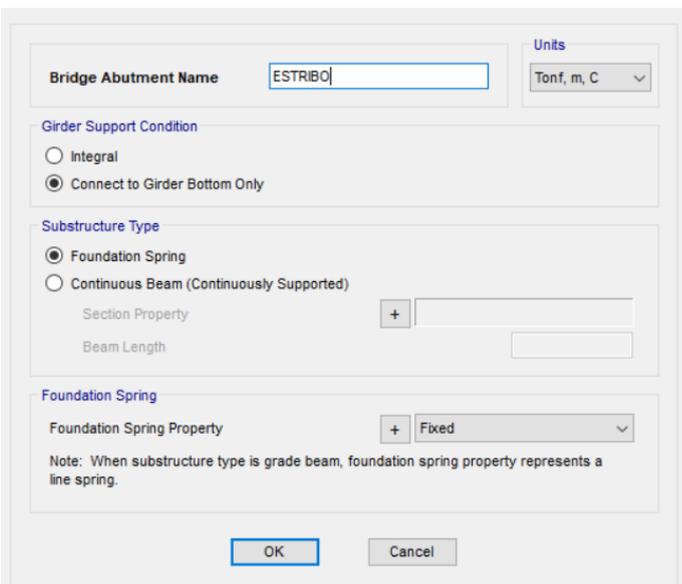
DOF/Direction	Release Type	Stiffness
Translation Vertical (U1)	Fixed	
Translation Normal to Layout Line (U2)	Fixed	
Translation Along Layout Line (U3)	Free	
Rotation About Vertical (R1)	Free	
Rotation About Normal to Layout Line (R2)	Free	
Rotation About Layout Line (R3)	Free	

OK Cancel

Figura 24 Definiendo el apoyo móvil
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.6. Definiendo estribo:

Definiremos un solo tipo de estribo para ambos extremos del puente.



Bridge Abutment Name ESTRIBO **Units** Tonf, m, C

Girder Support Condition

Integral

Connect to Girder Bottom Only

Substructure Type

Foundation Spring

Continuous Beam (Continuously Supported)

Section Property +

Beam Length

Foundation Spring

Foundation Spring Property + Fixed

Note: When substructure type is grade beam, foundation spring property represents a line spring.

OK Cancel

Figura 25 Definiendo el estribo
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.7. Definir carga vehicular:

El camión de diseño es el HL – 93.

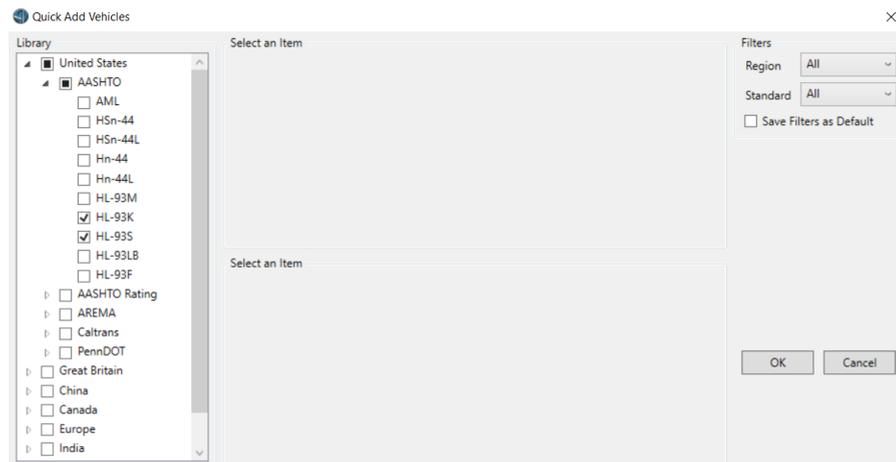


Figura 26 Importando camión de diseño HL - 93
Fuente: Elaboración propia.

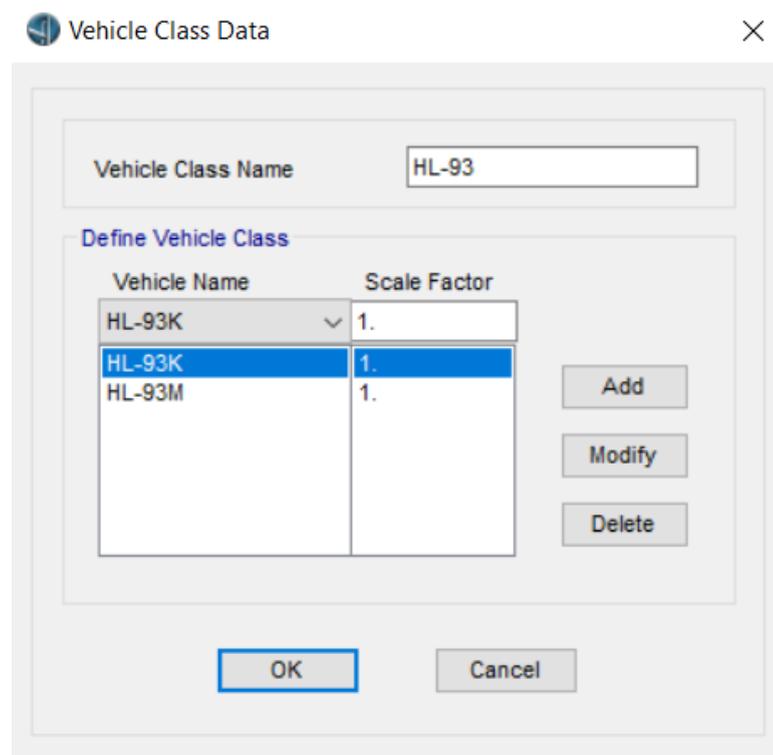


Figura 27 Definiendo carga de diseño HL - 93
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.8. Definir casos de carga:

Los casos de carga estática están conformados por la carga muerta, carga de asfalto, carga de baranda y la carga peatonal.

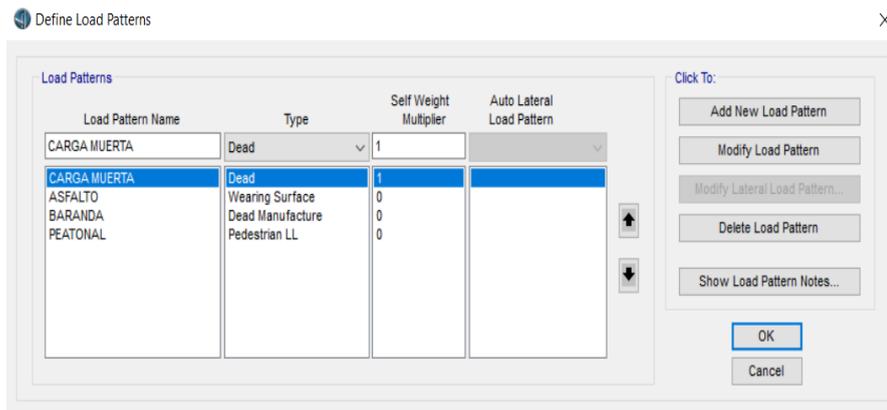


Figura 28 Definiendo los casos de carga estática
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.9. Definir cargas en área y línea:

Las cargas en área corresponden a la carga muerta, carga de asfalto y carga peatonal, mientras que la carga lineal solo corresponde a la carga de baranda:

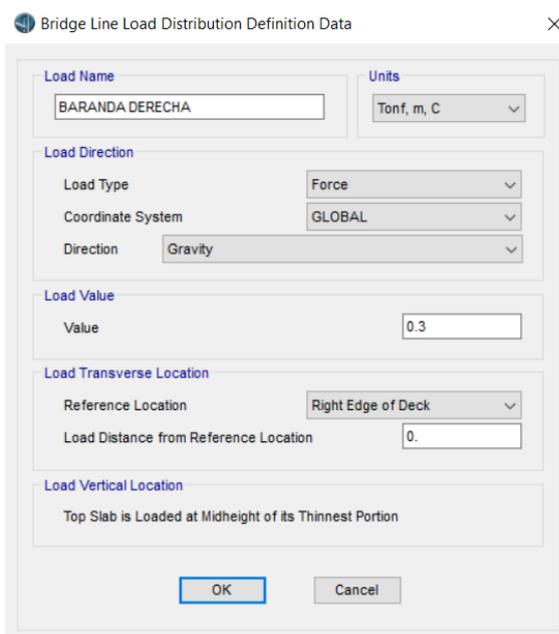


Figura 29 Definiendo carga de baranda derecha
Fuente: Elaboración propia.

Bridge Line Load Distribution Definition Data

Load Name: BARANDA IZQUIERDA Units: Tonf, m, C

Load Direction

Load Type: Force

Coordinate System: GLOBAL

Direction: Gravity

Load Value

Value: 0.3

Load Transverse Location

Reference Location: Left Edge of Deck

Load Distance from Reference Location: 0.

Load Vertical Location

Top Slab is Loaded at Midheight of its Thinnest Portion

OK Cancel

Figura 30 Definiendo carga de baranda izquierda
Fuente: Elaboración propia.

Bridge Area Load Distribution Definition Data

Load Name: ASFALTO Units: Tonf, m, C

Load Direction

Load Type: Force

Coordinate System: GLOBAL

Direction: Gravity

Load Value

Left Edge Value: 0.11

Right Edge Value: 0.11

Load Transverse Location

Left Reference Location: Left Edge of Deck

Left Load Distance from Left Ref. Location: 0.8

Right Reference Location: Right Edge of Deck

Right Load Distance from Right Ref. Location: 0.8

Load Vertical Location

Top Slab is Loaded at Midheight of its Thinnest Portion

OK Cancel

Figura 31 Definiendo carga de asfalto
Fuente: Elaboración propia.

Bridge Area Load Distribution Definition Data

Load Name: PEATONAL DERECHA Units: Tonf, m, C

Load Direction

Load Type: Force

Coordinate System: GLOBAL

Direction: Gravity

Load Value

Left Edge Value: 0.415

Right Edge Value: 0.415

Load Transverse Location

Left Reference Location: Right Edge of Deck

Left Load Distance from Left Ref. Location: 0.8

Right Reference Location: Right Edge of Deck

Right Load Distance from Right Ref. Location: 0.

Load Vertical Location

Top Slab is Loaded at Midheight of its Thinnest Portion

OK Cancel

Figura 32 Definiendo carga peatonal derecha”
Fuente: Elaboración propia.

Bridge Area Load Distribution Definition Data

Load Name: PEATONAL IZQUIERDA Units: Tonf, m, C

Load Direction

Load Type: Force

Coordinate System: GLOBAL

Direction: Gravity

Load Value

Left Edge Value: 0.415

Right Edge Value: 0.415

Load Transverse Location

Left Reference Location: Left Edge of Deck

Left Load Distance from Left Ref. Location: 0.

Right Reference Location: Left Edge of Deck

Right Load Distance from Right Ref. Location: 0.8

Load Vertical Location

Top Slab is Loaded at Midheight of its Thinnest Portion

OK Cancel

Figura 33 Definiendo carga peatonal izquierda
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.10. Definiendo el puente:

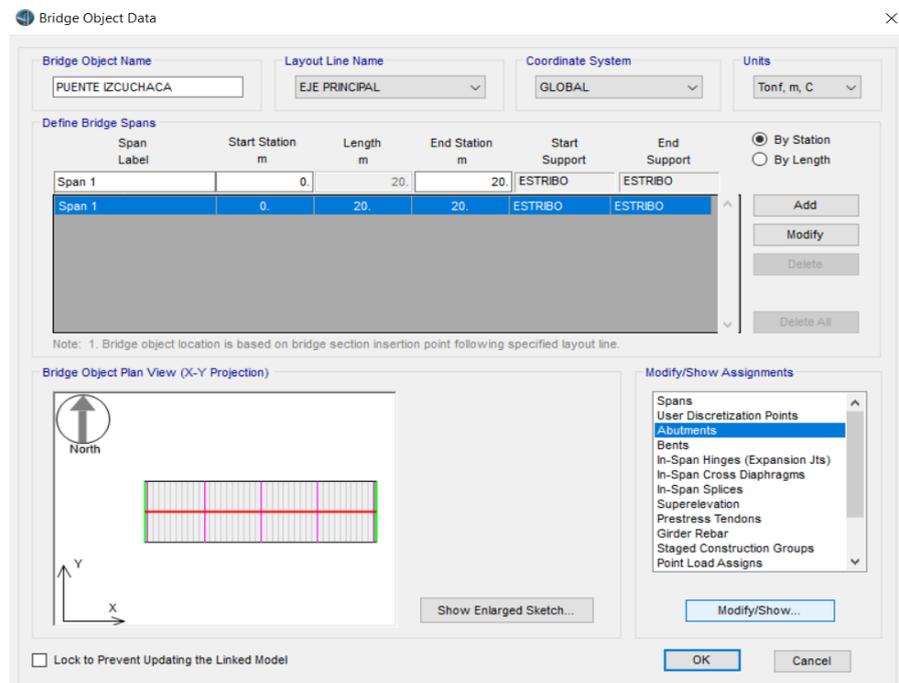


Figura 34 Definiendo viga diafragma

Fuente: Elaboración propia.

La viga diafragma tiene las dimensiones de 0.25x0.60m.

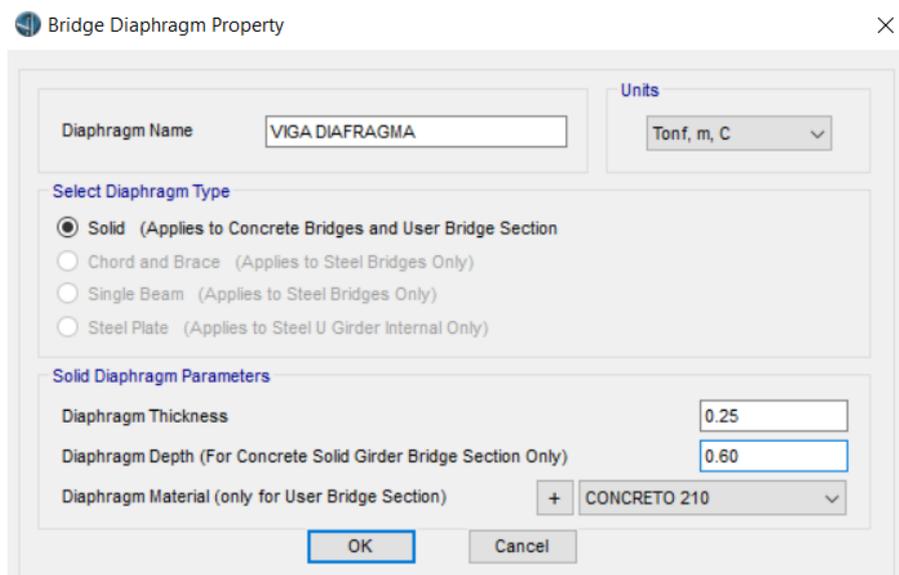


Figura 35 Viga diafragma de 0.25x0.60m

Fuente: Elaboración propia.

Definiremos un estribo inicial con un apoyo fijo y un estribo final con apoyo móvil.

Figura 36 Definiendo estribo con apoyo fijo
Fuente: Elaboración propia.

Figura 37 Definiendo estribo con apoyo móvil
Fuente: Elaboración propia.

Definiremos las vigas de diafragma a las distancias de 0.20, 5.10, 10.00, 14.90 y 19.80m.

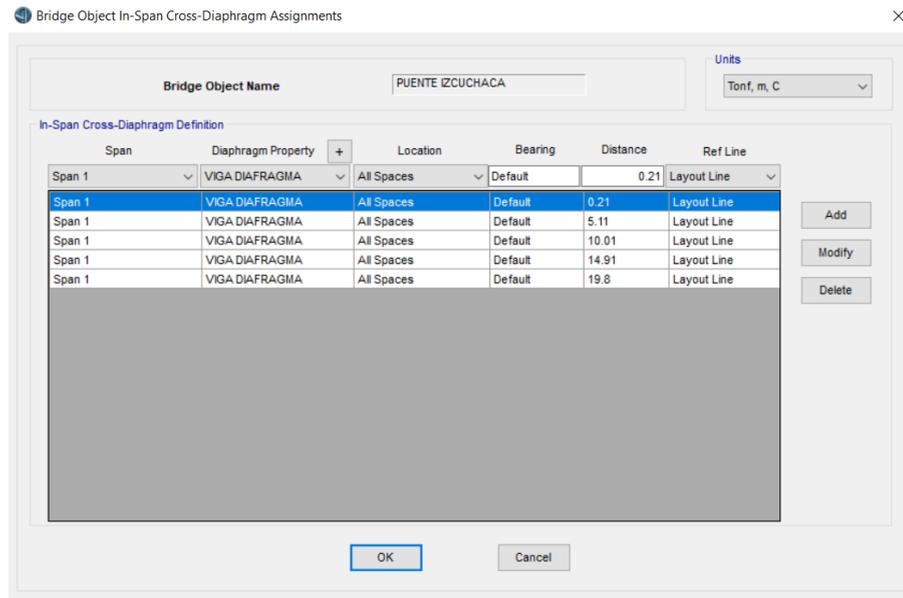


Figura 38 Definiendo el espaciamiento de las vigas diafragma
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.11. Asignando cargas al puente:

Las cargas serán asignadas desde 0 – 20m tanto para las líneas como para las áreas.

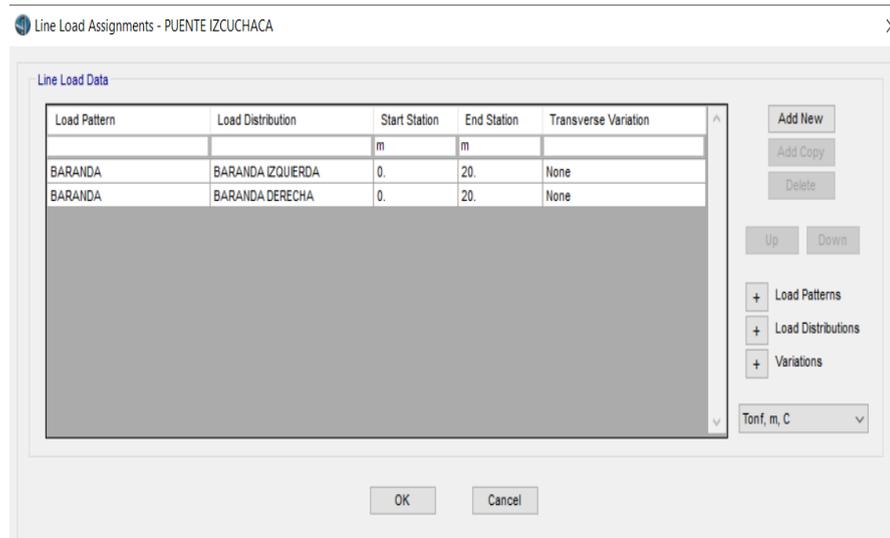


Figura 39 Asignando las cargas lineales
Fuente: Elaboración propia.

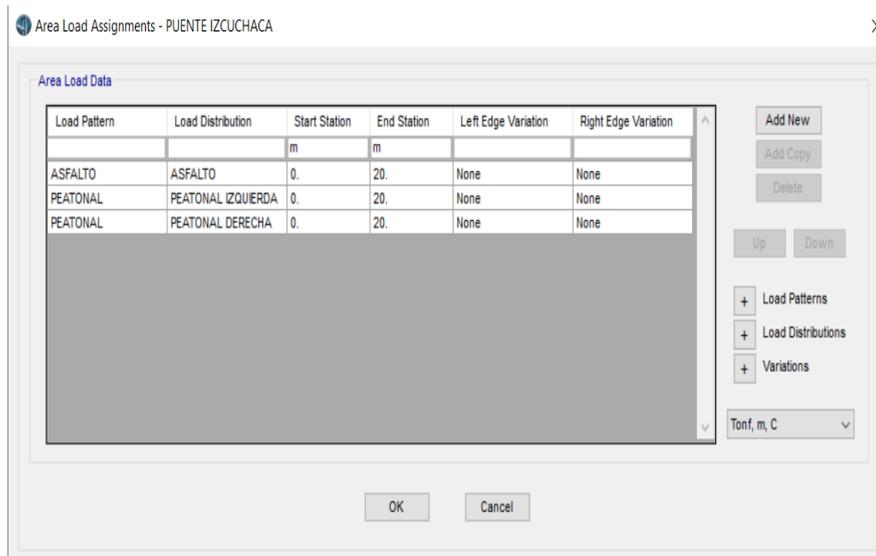


Figura 40 Asignando las cargas de área
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.12. Definiendo el puente en segmentos:

Aplicaremos segmentos de 0.50m para visualizar mejor los resultados.

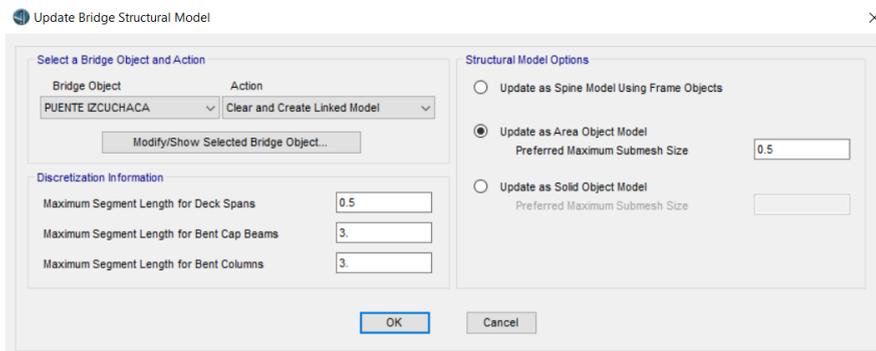


Figura 41 Definiendo el puente en segmentos
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.13. Observando las cargas asignadas al puente:

Observaremos los tres tipos de cargas asignados anteriormente los cuales son asfalto, baranda y peatonal.

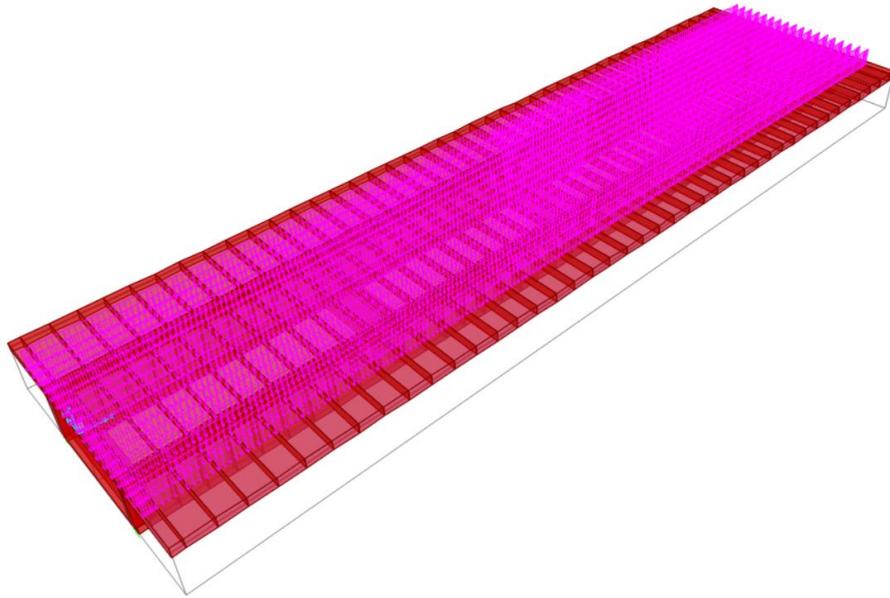


Figura 42 Observando la carga de asfalto
Fuente: Elaboración propia.

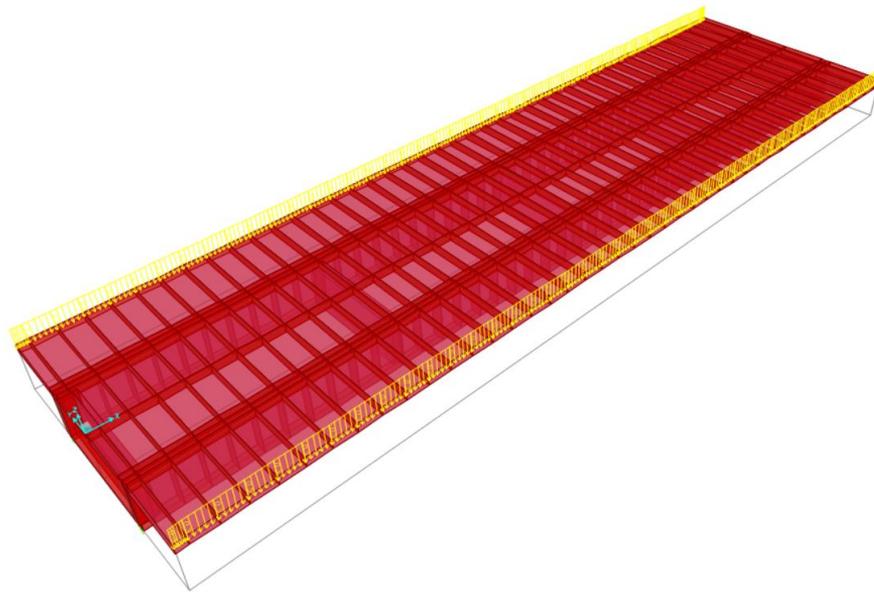


Figura 43 Observando la carga de baranda
Fuente: Elaboración propia.

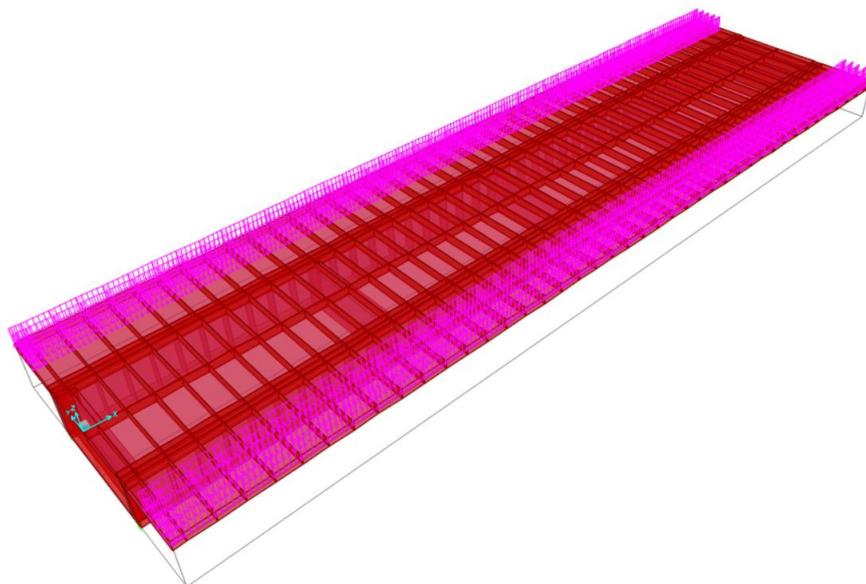


Figura 44 Observando la carga peatonal
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.14. Definiendo carga móvil:

Corresponde a la carga del camión de diseño la cual se define con un factor de escala igual a 1.20 para la primera vía.

Load Case Data - Moving Load

Load Case Name: MOVIL HL-93

Stiffness to Use: Zero Initial Conditions - Unstressed State

Loads Applied:

Assign Number	Vehicle Class	Scale Factor	Min Loaded Lanes	Max Loaded Lanes	Lanes Loaded
1	HL-93	1	0	0	All

Lanes Loaded for Assignment 1:

List of Lane Definitions: [Empty]

Selected Lane Definitions: CARRIL DERECHO, CARRIL IZQUIERDO

Directional Factors: Vertical, Braking/Acceleration, Centrifugal

MultiLane Scale Factors:

Number of Lanes Loaded	Reduction Scale Factor
1	1.2
2	1

Mass Source: MSSSRC1

Figura 45 Definiendo carga móvil
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.15. Establecer norma de diseño:

La norma vigente es el AASHTO LRFD 2014.

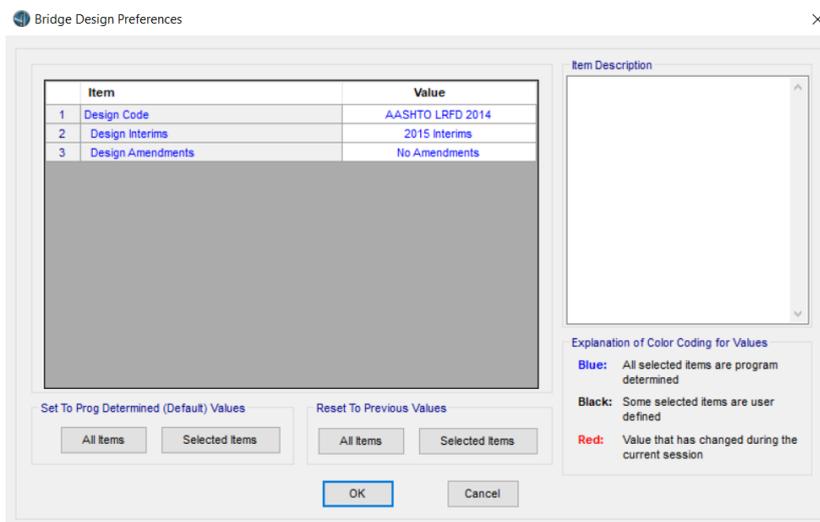


Figura 46 Estableciendo norma de diseño
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.16. Verificar resistencias:

Las resistencias para nuestro análisis corresponden a Strength I y Service I.

$$\text{Resistencia} = 1.25 * DC + 1.50 * DW + 175 * S/C..... (4)$$

$$\text{Servicio} = 1.0 * DC + 1.0 * DW + 1.0 * S/C..... (5)$$

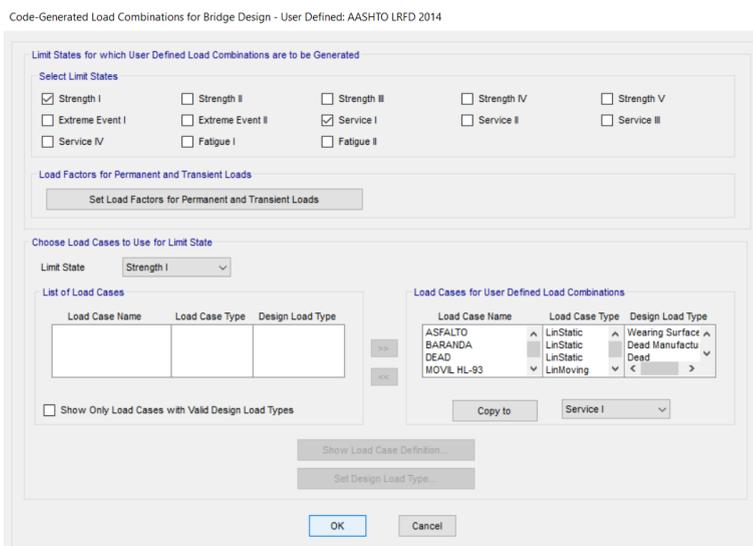


Figura 47 Definiendo la combinación de cargas
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.17. Corriendo el software Bridge:

Después de haber realizado todos los pasos anteriores, procedemos a correr el software Bridge para posteriormente determinar las deflexiones y momentos reales de cada elemento del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayoc.

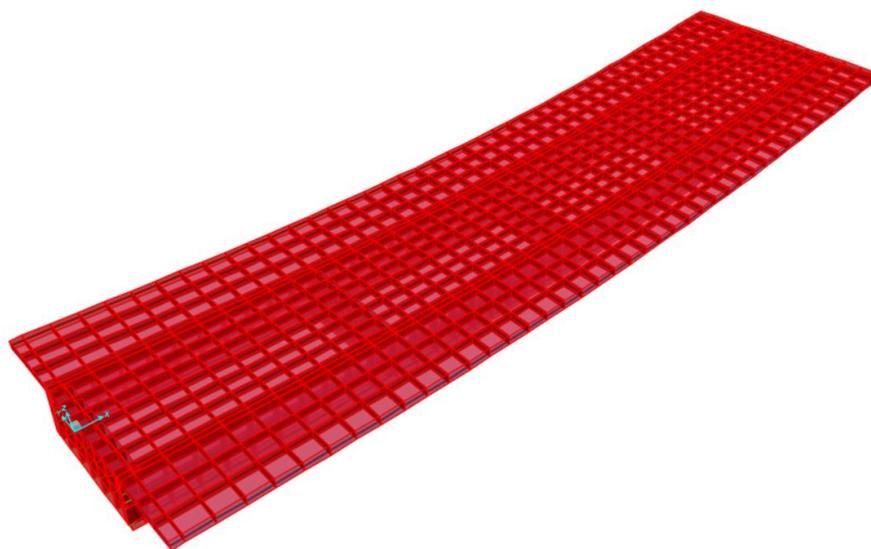


Figura 48 Puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayoc en el software Bridge
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.18. Determinando las deflexiones:

Después de haber corrido el software bridge, determinaremos las deflexiones en la losa, vigas principales y vigas diafragma.

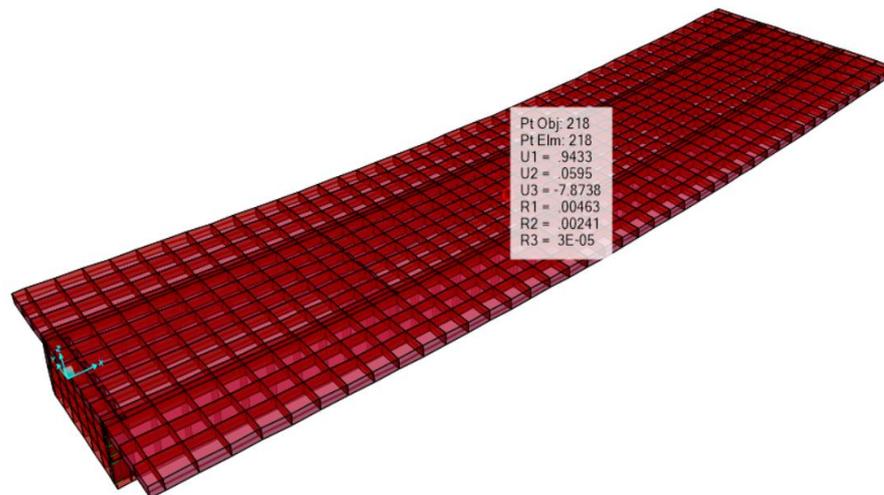


Figura 49 Determinando la deflexión de la losa
Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la figura anterior, la deflexión en la losa del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc es igual a 7.87cm.

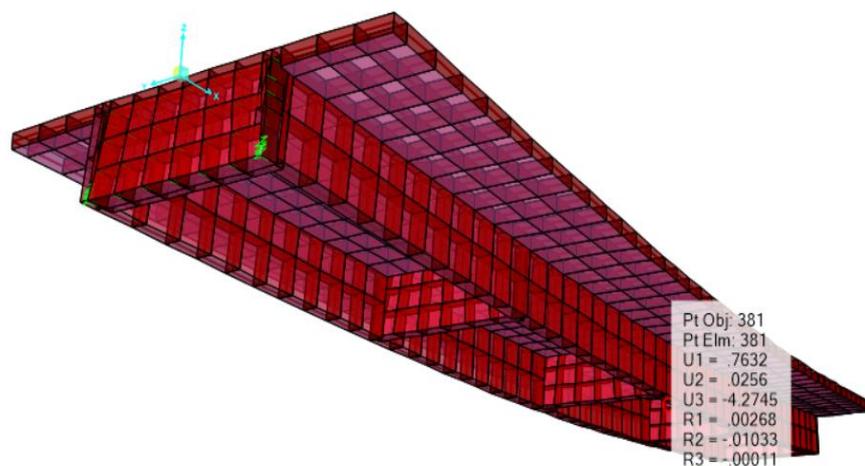


Figura 50 Determinando la deflexión en la VP - 01
Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la figura anterior, la deflexión en la viga principal VP - 01 del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc es igual a 7.87cm.

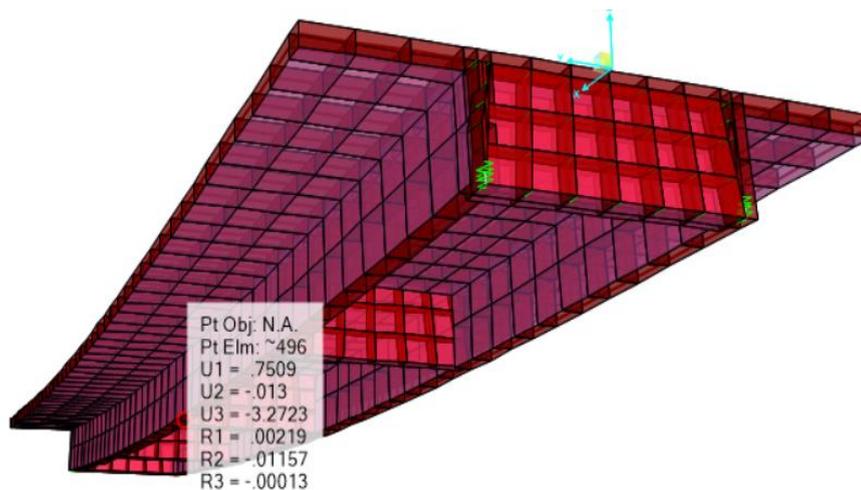


Figura 51 Determinando la deflexión en la VP - 02
Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la figura anterior, la deflexión en la viga principal VP - 01 del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc es igual a 3.27cm.

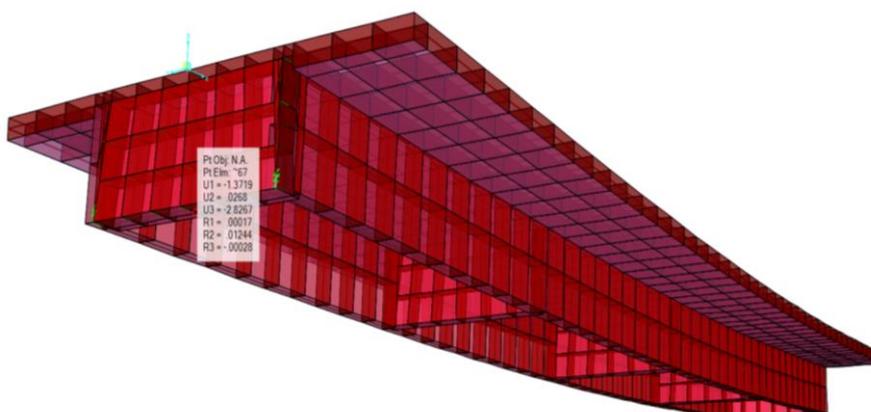


Figura 52 Determinando la deflexión en la VD - 01
Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la figura anterior, la deflexión en la viga diafragma VD - 01 del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc es igual a 2.82cm.



Figura 53 Determinando la deflexión en la VD - 02
Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la figura anterior, la deflexión en la viga diafragma VD - 02 del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc es igual a 5.75cm.

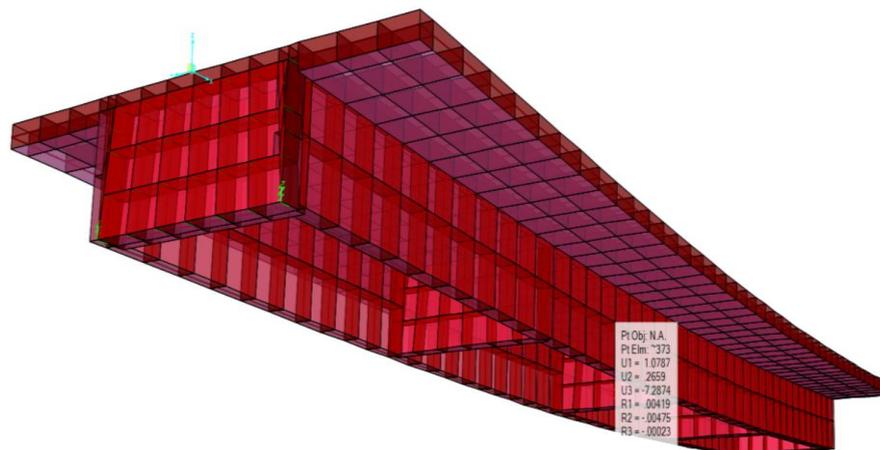


Figura 54 Determinando la deflexión en la VD - 03
Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la figura anterior, la deflexión en la viga diafragma VD - 03 del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc es igual a 7.29cm.

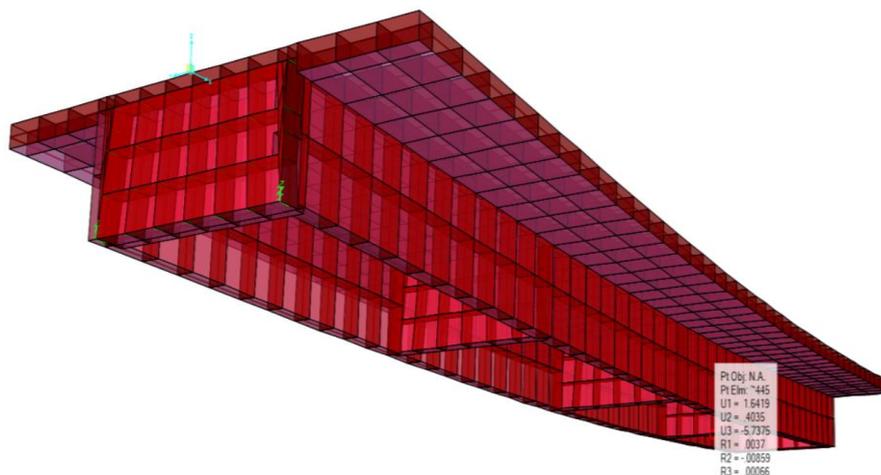


Figura 55 Determinando la deflexión en la VD - 04
Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la figura anterior, la deflexión en la viga diafragma VD - 04 del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc es igual a 5.74cm.

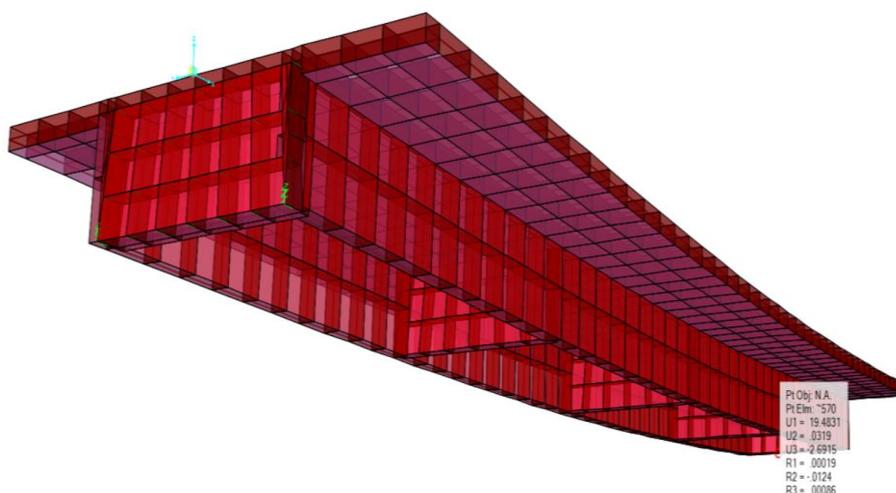


Figura 56 Determinando la deflexión en la VD - 05
Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la figura anterior, la deflexión en la viga diafragma VD - 05 del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc es igual a 2.69cm.

El resumen de las deflexiones en la losa, vigas principales y vigas diafragma se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 20
Resumen de las deflexiones en el software Bridge

ELEMENTO	DEFLEXION (Cm)
Deflexión en la losa	7.87
Deflexión en viga principal - 01	4.27
Deflexión en viga principal - 02	3.27
Deflexión en viga diafragma - 01	2.82
Deflexión en viga diafragma - 02	5.75
Deflexión en viga diafragma - 03	7.29
Deflexión en viga diafragma - 04	5.74
Deflexión en viga diafragma - 05	2.69

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.19. Determinando los momentos reales:

Los momentos reales serán determinados en la losa paralelo al tráfico – abajo, perpendicular al tráfico – abajo, paralelo al tráfico – arriba y perpendicular al tráfico arriba, vigas principales y vigas diafragma.

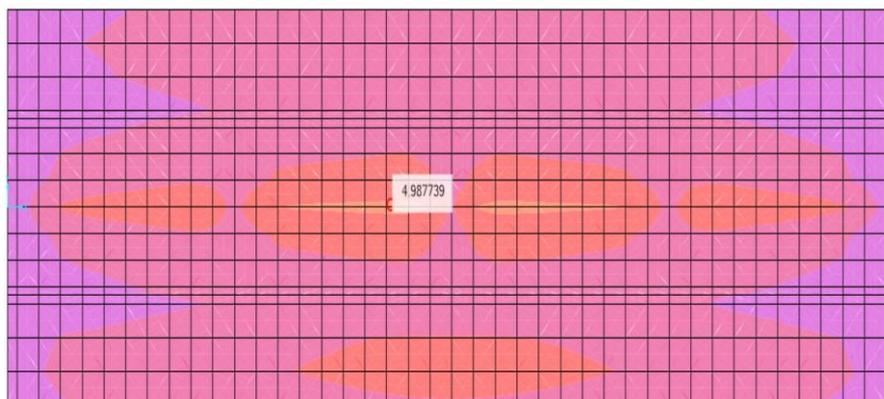


Figura 57 Momento en losa paralelo al tráfico (acero abajo)
Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior podemos observar que el momento en la losa paralelo al tráfico (acero arriba) es igual a 4.98Tn.m.

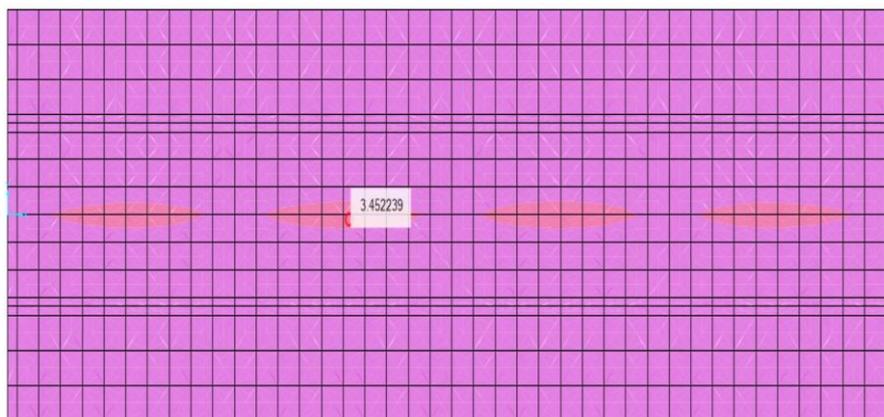


Figura 58 Momento en losa perpendicular al tráfico (acero abajo)
Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior podemos observar que el momento en la losa perpendicular al tráfico (acero arriba) es igual a 3.45Tn.m.

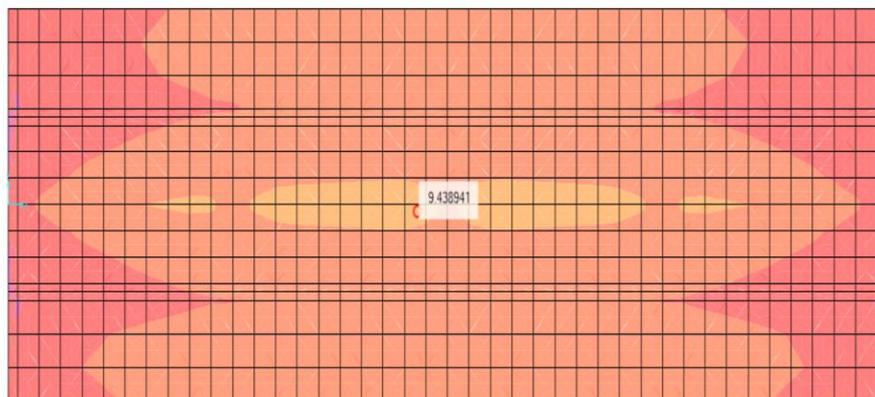


Figura 59 Momento en losa paralelo al tráfico (acero arriba)
Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior podemos observar que el momento en la losa paralelo al tráfico (acero abajo) es igual a 9.44Tn.m.

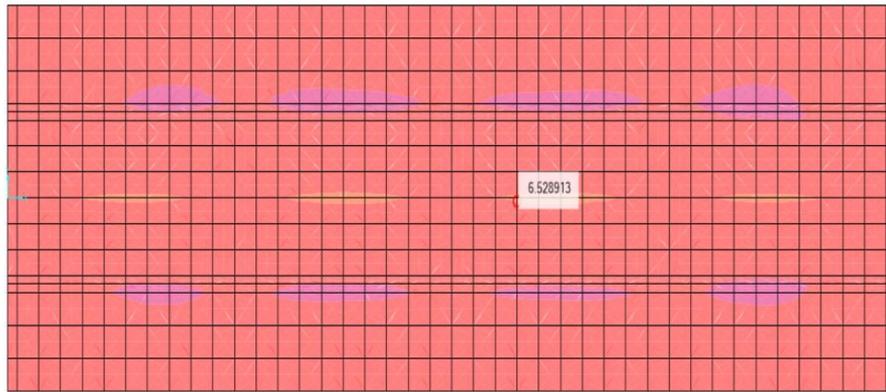


Figura 60 Momento en losa perpendicular al tráfico (acero arriba)
Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior podemos observar que el momento en la losa perpendicular al tráfico (acero abajo) es igual a 6.52Tn.m.

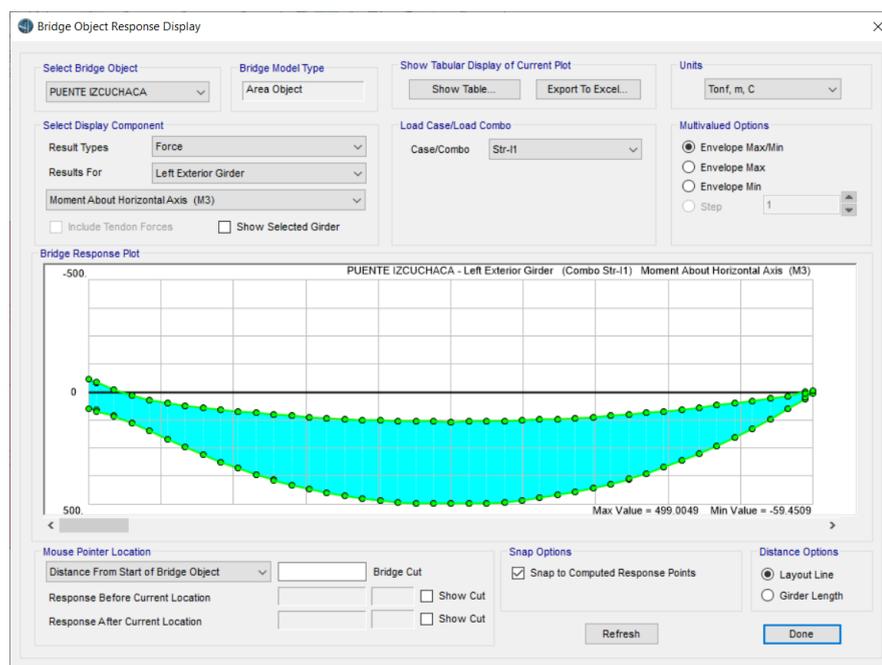


Figura 61 Momento en las vigas principales
Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior podemos observar que el momento en las vigas principales es igual a 499.00Tn.m.

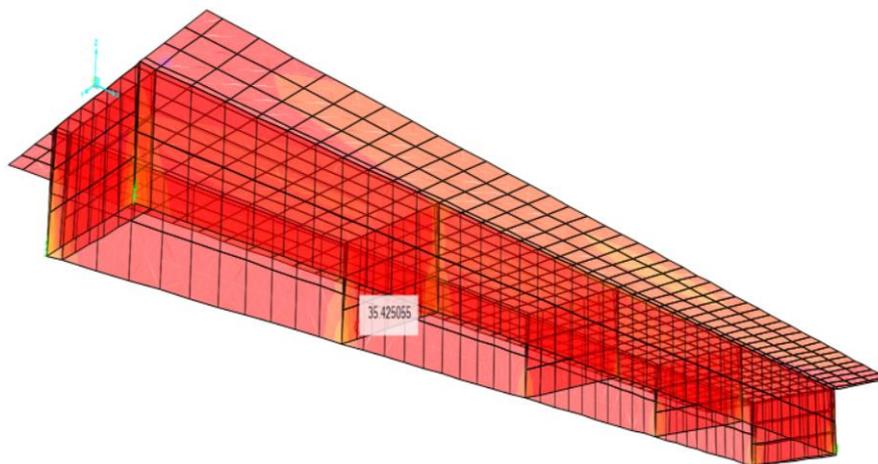


Figura 62 Momento en las vigas diafragma
Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior podemos observar que el momento en las vigas diafragma es igual a 35.42Tn.m.

Tabla 21
 Resumen de los momentos reales en el software Bridge

ELEMENTO	MOMENTO (Tn.m)
Losa (paralelo al tráfico - abajo)	4.98
Losa (perpendicular al tráfico - abajo)	3.45
Losa (paralelo al tráfico - arriba)	9.44
Losa (perpendicular al tráfico - arriba)	6.52
Vigas principales	499.00
Vigas diafragma	35.42

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Análisis de la subestructura:

El análisis de la subestructura consistirá en evaluar los estribos y la cimentación del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc, para lo cual aplicaremos las dimensiones y áreas de acero descritas en los planos del expediente técnico y una hoja de calculo en el software Microsoft Excel.

PARAMETROS DE DISEÑO:	
CAPACIDAD PORTANTE DE TERRENO:	11.4 Tn/m ²
ANGULO DE FRICCIÓN (ϕ):	25
PESO ESPECIFICO DE RELLENO (γ_m):	1.60 Tn/m ³
PESO ESPECIFICO DE CONCRETO (γ_c):	2.40 Tn/m ³
SOBRECARGA (S/C):	400 Tn/m ³
ALTURA DEL ESTRIBO (Ht):	10.25 m
ALTURA DE ZAPATA (Hz):	0.90 m
ALTURA EQUIV. DE SOBRECARGA (h')	0.25 m
ANCHO DE BASE (B):	10.00 m
REACCION DEL PUENTE (Rp):	70.00 Tn
ANCHO DEL MURO (Am):	5.70 m
	Cp: 0.65 m
	N: 0.40 m
	M: 1.10 m
	G: 0.55 m
	E: 1.05 m
	J: 0.55 m
	Hn: 1.15 m
	Hm: 8.20 m
FUERZA DE COMPRESION (F'c):	280 Kg/cm ²

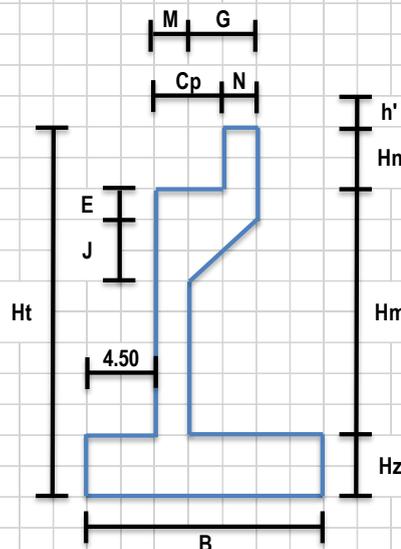


Figura 63 Dimensiones de los estribos y zapatas
Fuente: Planos del puente Izcuchaca tramo Quichuas - Mayocc.

4.4.1. Análisis de los estribos:

4.4.1.1. Verificación de la estabilidad por volteo:

Para evitar la falla por volteo, el manual de diseño de puentes del MTC 2016, aprobado con RESOLUCION DIRECTORAL N°19-2018-MTC/14, recomendando un factor de seguridad mínimo de 2.00. Realizando los cálculos respectivos los cuales vienen adjuntos en los anexos de esta investigación, el factor de seguridad obtenido es igual a 9.29 el cual es mayor al mínimo recomendado, por lo tanto, los estribos cuentan con las dimensiones adecuadas para evitar este tipo de falla.

4.4.1.2. **Verificación de la estabilidad por deslizamiento:**

La falla por deslizamiento se evita cuando el factor de seguridad calculado es mayor que el factor de seguridad mínimo recomendado por el manual de diseño de puentes del MTC 2018, en esta investigación, el valor calculado de 2.50 es mayor que el valor recomendado de 2.00, por lo tanto, los estribos no sufrirán este tipo de falla.

4.4.1.3. **Verificación de por presión sobre el suelo:**

Para determinar si las zapatas de los estribos cuentan con las dimensiones respectivas, la presión máxima calculada debe ser mayor a la capacidad portante del terreno. En esta investigación contamos con una capacidad portante igual a 1.14Kg/cm² la cual es menor a la presión máxima igual a 2.00Kg/cm², por lo tanto, las zapatas cuentan con las dimensiones respectivas para evitar los asentamientos excesivos.

4.4.1.4. **Cálculo del momento de diseño en acero vertical:**

Para determinar el momento con los cuales fueron diseñados los estribos, aplicaremos el área de acero descrito en los planos del expediente técnico el cual es igual a ¾" @ 20cm y utilizaremos las siguientes ecuaciones:

$$A_s = \frac{A_v * b}{s} \dots (4)$$

$$F_s = 0.40 * F_y \dots (5)$$

$$J = 1 - \frac{K}{3} \dots (6)$$

$$K = \frac{n}{n+r} \dots (7)$$

$$n = \frac{E_a}{E_c} \dots (8)$$

$$r = \frac{F_s}{F_c} \dots (9)$$

$$M_u = F_s * b * J * d * A_s \dots (10)$$

Donde:

As: Área de acero (cm²).

Av: Área de la varilla de acero (Cm²).

B: base de diseño (cm).

S: Espaciamiento (cm).

Fs: Reducción de fluencia del acero. (Kg/cm²).

Fy: Fluencia del acero (Kg/cm²).

J: Factor (adimensional).

K: Factor (adimensional).

N: Factor (adimensional).

R: Factor (adimensional).

Ea: Modulo de elasticidad del acero (Kg/cm²).

Ec: Modulo de elasticidad del concreto (Kg/cm²).

Mu: Momento de diseño (Kg.cm).

D: Peralte efectivo (cm).

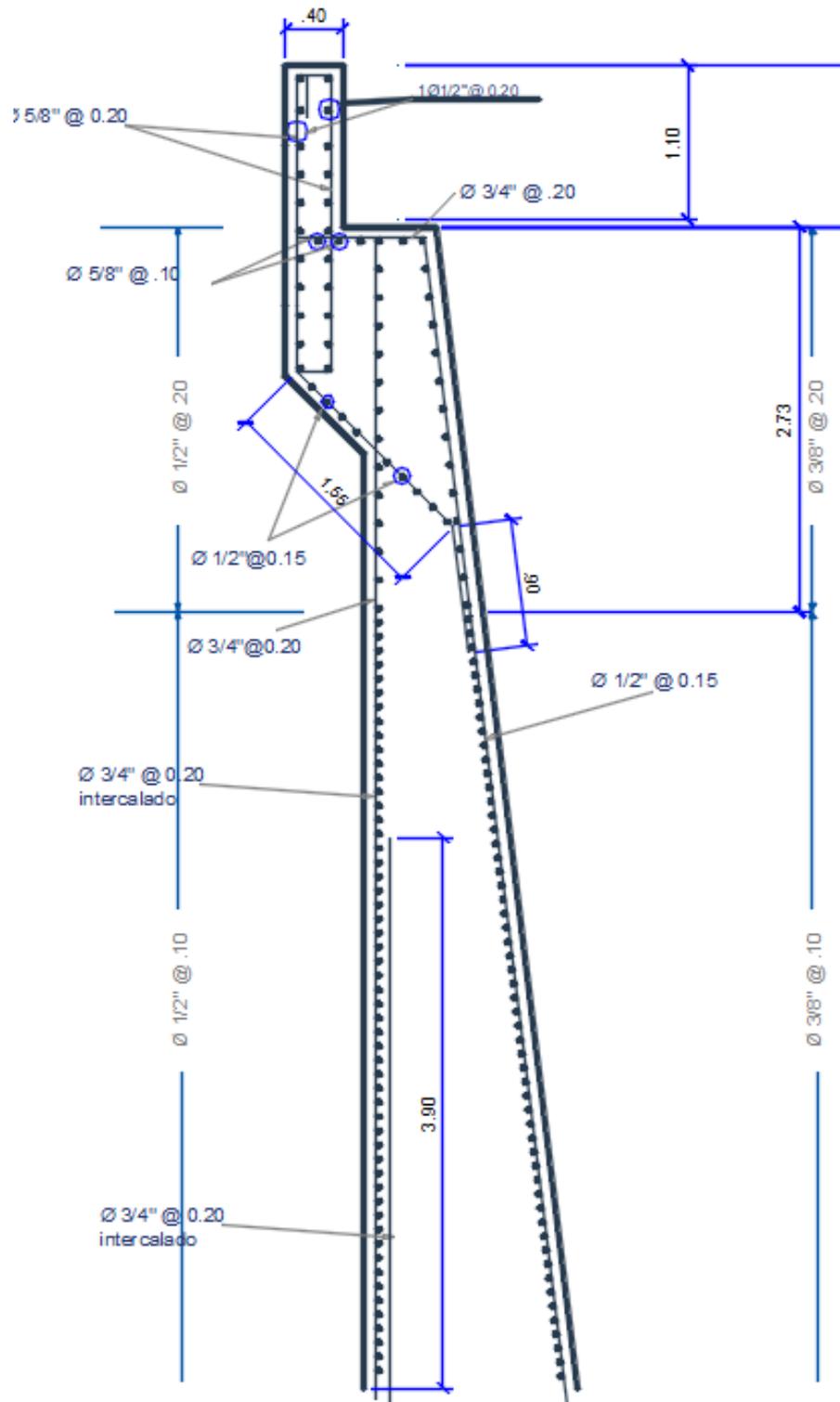


Figura 64 Acero vertical y horizontal en los muros de los estribos
Fuente: Planos del puente Izcuchaca tramo Quichuas - Mayocc.

Aplicando un área de acero de 14.35cm^2 , un peralte efectivo igual a 1.05m , una base de 100cm y las ecuaciones mencionadas anteriormente, determinamos el momento de diseño de los estribos que es igual a 22.02Tn.m la cual es menor al momento real determinado en la hoja de cálculo adjunto a esta investigación, por lo tanto, el acero no es el adecuado para las dimensiones de los muros de los estribos.

4.4.1.5. **Cálculo del momento en acero horizontal:**

Este tipo de acero corresponde a un acero mínimo tanto en el diseño de los planos del expediente técnico como en la evaluación realizado con la hoja de cálculo en el software Microsoft Excel, por lo tanto, es el adecuado para las dimensiones de los muros de los estribos.

4.4.2. **Análisis de la cimentación:**

4.4.2.1. **Verificación por peralte:**

Para evitar la falla por peralte, la altura de la zapata debe ser mayor al cálculo obtenido. La altura de la zapata del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayoc es igual a 90.00cm la cual es menor al cálculo de verificación por peralte igual a 162.73cm , por lo tanto, se puede determinar que la altura de la zapata no es la adecuada para evitar este tipo de falla.

4.4.2.2. **Verificación por esfuerzo cortante:**

Este tipo de falla también tiene que ver con la altura de la zapata la cual debe ser mayor al valor de verificación obtenido. En nuestro caso se obtuvo un valor de verificación por esfuerzo cortante igual a 8.27 y la resistencia al corte de la

zapata del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc es igual a 5.02, por lo tanto, se determina que la altura de la zapata no es la adecuada para soportar el esfuerzo cortante proveniente de las cargas del puente y muros de los estribos.

4.4.2.3. Cálculo de momento de diseño en zapata delantera:

Para determinar el momento con los cuales fueron diseñados las zapatas, aplicaremos el área de acero descrito en los planos del expediente técnico el cual es igual a $\frac{3}{4}$ " @ 15cm y utilizaremos la siguiente ecuación:

$$M_u = F_s * J * A_s * (H_z - r) \dots (11)$$

Donde:

M_u : Momento ultimo de diseño (Kg.cm)

R : Recubrimiento de concreto (Cm).

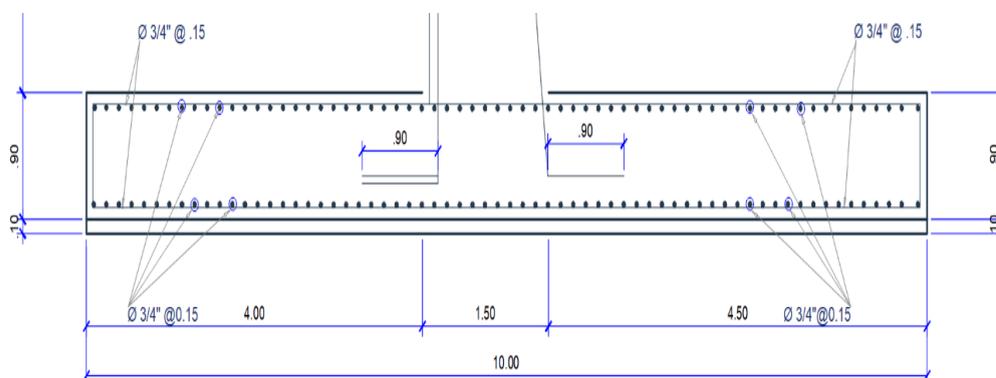


Figura 65 Acero en zapata delantera e interior
Fuente: Planos del puente Izcuchaca tramo Quichuas - Mayocc.

Aplicando un área de acero igual a 19.13cm², los factores J y F_s igual a 0.88 y 1680 respectivamente, una altura de zapata igual a 90cm y un recubrimiento de 7.5cm, determinamos el momento de diseño de la zapata delantera que es igual a 23.47Tn.m.

4.4.2.4. **Cálculo de momento de diseño en zapata interior:**

Como podemos observar en la imagen anterior, la zapata interior también cuenta con un espaciamiento de acero igual a $\frac{3}{4}$ " @ 15cm, por lo tanto, aplicando los mismos datos que requiere la ecuación nro 11 obtenemos un momento de diseño igual a 23.47Tn.m.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Comparación de la resistencia a la compresión:

Según el expediente técnico de la obra, todos los elementos estructurales fueron diseñados con una resistencia a la compresión de 280Kg/cm², la comparación se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 22

Comparación de la resistencia obtenida y del expediente técnico

ELEMENTO	F'c OBTENIDO	F'c EXPEDIENTE TECNICO	% DE VARIACION
VP - 01	234	280	16.52
VP - 02	226	280	19.29
VD - 01	238	280	15.18
VD - 02	242	280	13.48
VD - 03	223	280	20.36
VD - 04	246	280	12.14
LOSA	250	280	10.89
ESTRIBO 01	245	280	12.41
ESTRIBO 02	254	280	9.29

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior, la resistencia a la compresión de todos los elementos es menores a la resistencia de diseño del expediente técnico, por lo tanto, los elementos estructuras están expuestas al desprendimiento de concreto debido a que no cuenta con la resistencia para la cual fue diseñada.

5.2. Comparación de la superestructura:

5.2.1. Análisis de las deflexiones:

Según el manual de diseño de puentes del MTC 2018, la deflexión máxima es igual a la relación de la luz libre entre 1000. Para una luz de 20m, la deflexión máxima será igual a 2.00cm.

Tabla 23

Análisis de las deflexiones de los elementos estructurales

ELEMENTO	DEFLEXION MAXIMA	DEFLEXION CALCULADA
Deflexión en la losa	2.00	7.87
Deflexión en viga principal - 01	2.00	4.27
Deflexión en viga principal - 02	2.00	3.27
Deflexión en viga diafragma - 01	2.00	2.82
Deflexión en viga diafragma - 02	2.00	5.75
Deflexión en viga diafragma - 03	2.00	7.29
Deflexión en viga diafragma - 04	2.00	5.74
Deflexión en viga diafragma - 05	2.00	2.69

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior, todos los elementos estructurales cuentan con una deflexión mayor a la máxima admisible, por lo tanto, se determina que sus dimensiones no son los adecuados y este es uno de los principales motivos por lo que actualmente vienen sufriendo las patologías que se mencionaron en el capítulo anterior.

5.2.2. Análisis de los momentos:

En la siguiente tabla se muestran los momentos de diseño obtenidos según el área de acero del expediente técnico y los momentos reales obtenidos en el software bridge:

Tabla 24

Análisis de las deflexiones de los elementos estructurales

ELEMENTO	MOMENTO EXPEDIENTE	MOMENTO BRIDGE
Losa (paralelo al tráfico - abajo)	3.77	4.98
Losa (perpendicular al tráfico - abajo)	1.72	3.45
Losa (paralelo al tráfico - arriba)	5.78	9.44
Losa (perpendicular al tráfico - arriba)	5.78	6.52
Vigas principales	188.18	499.00
Vigas diafragma	29.00	35.42

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la siguiente tabla, los momentos reales son mayores a los momentos de diseño de los elementos estructurales, por lo tanto, podemos determinar que sus áreas de aceros no son los adecuados los cuales provocan una falla frágil y la presencia de fisuras, grietas y desprendimientos de concreto.

5.3. Comparación de la subestructura:

5.3.1. Análisis de los estribos:

En el capítulo anterior se pudo determinar que los estribos cuentan con las dimensiones necesarias para soportar las fallas por volteo y deslizamiento.

El momento con lo que fueron diseñados las áreas de acero vertical es igual a 22.02Tn.m; pero este resultado es menor a 95.75Tn.m (valor calculado en la hoja de cálculo adjunto a esta investigación) por lo tanto, se determina que el acero vertical no es el adecuado para soportar los momentos y cargas axiales que provienen de la superestructura.

El acero horizontal fue diseñado con un momento mínimo al igual que el recalculado en la hoja de cálculo adjunto en esta investigación.

5.3.2. Análisis de la cimentación:

En el capítulo anterior se pudo determinar que la cimentación llega a fallar por peralte y esfuerzo cortante debido a que la altura de la zapata no es el adecuado para soportar las cargas ejercidas por la superestructura, por lo tanto, se recomienda realizar un mejoramiento incrementando la altura de la zapata a 1.50m.

La zapata delantera e interior cuentan con áreas de acero similares los cuales determinan un momento de diseño igual a 23.47Tn.m; pero este valor es menor a los momentos recalculados en la hoja de cálculo Excel adjunto a esta investigación iguales a 157.53Tn.m y 106.63Tn.m respectivamente, por lo tanto, el acero de la zapata no es lo suficiente para soportar las deflexiones y corre el riesgo de presentar grietas.

CONCLUSIONES

1. Se analizó la estructura del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica, de la cual se concluye que la superestructura y la subestructura no cuentan con los requisitos mínimos del manual de diseño de puentes del MTC 2016, por lo tanto, esta vulnerable a sufrir grietas, fisuras, desprendimiento de concreto, entre otras fallas.
2. Se determinó la resistencia a la compresión de los elementos estructurales del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica mediante el ensayo de esclerometría, del cual se puede concluir que son menores a la resistencia de diseño de 280Kg/cm², por lo tanto, están expuestos a sufrir desprendimiento de concreto.
3. Se analizó la superestructura del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica, de la cual se concluye que los elementos estructurales no cuentan con las dimensiones adecuadas para prevenir las máximas deflexiones que se producen actualmente. De igual manera se determinó que los momentos de diseño son menores a los momentos reales, por lo tanto, las áreas de los aceros no son los adecuados para prevenir una falla frágil y provocan fisuras, grietas y desprendimiento de concreto.
4. Se analizó la subestructura del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica, de la cual se concluye que los estribos sí cuentan con las dimensiones adecuadas para evitar las fallas por

volteo y deslizamiento; pero el momento de diseño vertical es menor al momento real, por lo tanto, el área de acero vertical no es el adecuado para soportar las cargas que provienen de la superestructura. De igual manera la altura de la zapata es muy corta la cual provoca las fallas por peralte y esfuerzo cortante, también se determinó que los momentos de diseño son menores a los momentos reales, por lo tanto, el acero de la zapata no es lo suficiente para soportar las deflexiones y corre el riesgo de presentar grietas.

RECOMENDACIONES

1. En la superestructura se recomienda ampliar las vigas principales a 1.30m, las vigas diafragma a 1.10m y la losa a 0.40m con la finalidad de reducir las deflexiones excesivas que actualmente presentan, de igual manera incrementar el área de acero teniendo en cuenta los momentos reales calculados.
2. En la subestructura se recomienda incrementar la altura de la zapata a 1.50m con la finalidad de evitar las fallas por peralte y esfuerzo cortante, de igual manera incrementar el área de acero teniendo en cuenta los momentos reales calculados.
3. Para la verificación estructural de un puente se recomienda que se tenga en consideración los requisitos mínimos en cuanto a la geometría del puente y el dimensionamiento de los componentes del puente para cumplir con los objetivos de constructibilidad, seguridad y serviciabilidad y la debida consideración a la inspección, economía y estética.
4. Promulgar la información de esta investigación a las autoridades correspondientes con la finalidad de realizar el mejoramiento adecuado del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc y evitar un posible colapso.

BILIOGRAFIA

A. Bibliografía:

- Gonzales C, Antonio (2010) Topografía y Replanteo, ESPAÑA.
- Alva H, Jorge (2012) Diseño de Cimentaciones, LIMA.
- Pérez Alama Vicente, (2009) Materiales y Procedimientos de Construcción, LIMA.
- Hidalgo Bahamontes Ángel (2000) Construcción de Cimentaciones, LIMA.
- Huanca Borda Ángel (2010) Mecánica de Suelos y Cimentaciones, ICA.
- Instituto de la Construcción y Gerencia (2014) Reglamento Nacional de Edificaciones, LIMA.
- M. J. Tomlinson (1996) Cimentaciones – Diseño y Construcción, COLOMBIA.
- Cot Alcega Alberto (2000) Geotecnia para ingeniería civil y Arquitectura, LIMA.
- Campos Rodríguez Jorge (2011) Mecánica de Suelos, LIMA.
- Cambefort Henri (2002) Geotecnia del Ingeniero, TRUJILLO.
- Eulalio Juarez Badillo y Alfonso Rico Rodriguez (2010) Mecánica de Suelos, MÉXICO.
- M. J. Tomlinson (1996) Cimentaciones – Diseño y Construcción, COLOMBIA.
- Cot Alcega Alberto (2000) Geotecnia para ingeniería civil y Arquitectura, LIMA.
- Campos Rodríguez Jorge (2011) Mecánica de Suelos, LIMA.

- Cambefort Henri (2002) Geotecnia del Ingeniero, TRUJILLO.
- Eulalio Juarez Badillo y Alfonso Rico Rodriguez (2010) Mecánica de Suelos, MÉXICO.

B. Páginas web:

- http://www.uned.es/dptoicf/mecanica_del_suelo_y_cimentaciones/images/mecansueloycimentacionescap_4.pdf
- <http://www.unav.edu/departamento/bcp/picturesCimVigas01.html>
- https://books.google.com.pe/books?id=Qmx7gsluGdwC&pg=PA201&lpg=PA201&dq=definicion+de+replanteo+topografico&source=bl&ots=hdpJqoBiev&sig=ty6P8U2zlg3BU_aGPHhjL1oMShU&hl=es&sa=X&ei=RpaYVaxDyvWDBO2RgrAB&sqi=2&ved=0CDMQ6AEwBA#v=onepage&q=definicion%20de%20replanteo%20topografico&f=false
- <http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1238/1/Mecanica+de+suelos++Juarez+Badillo.pdf>
- <http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1238/1/Mecanica+de+suelos++Juarez+Badillo.pdf>
- http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/silviorojas/fundaciones/CapIII_AsentElasticos/CapIII_104-115.pdf

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA
Título: ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE IZCUCHACA TRAMO QUICHUAS – MAYOCC DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCAMELICA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p style="text-align: center;">PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿En qué condiciones estructurales se encuentra el puente Izcuchaca tramo Quichuas – MayoCC de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica?</p> <p style="text-align: center;">PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Cuáles son los parámetros de diseño estructural del puente Izcuchaca tramo Quichuas – MayoCC de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica?</p>	<p style="text-align: center;">OBJETIVO GENERAL</p> <p>Evaluar la estructura del puente Izcuchaca tramo Quichuas – MayoCC de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica.</p> <p style="text-align: center;">OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Determinar los parámetros de diseño estructural del puente Izcuchaca tramo Quichuas – MayoCC de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica.</p>	<p style="text-align: center;">HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>La estructura del puente Izcuchaca tramo Quichuas – MayoCC de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica presenta deficientes estructurales</p> <p style="text-align: center;">HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</p> <p>a) Los parámetros de diseño estructural del puente Izcuchaca tramo Quichuas – MayoCC de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica no garantizan la estabilidad de la estructura.</p>	<p>Variable dependiente (Análisis Estructural del Puente)</p> <p style="text-align: center;">DIMENSIÓN</p> <p>Modelamiento geométrico:</p> <p style="text-align: center;">INDICADOR</p> <p>*Luz del puente. *Partes del puente. *Tamaño de los elementos estructurales: secciones y longitudes.</p> <p style="text-align: center;">DIMENSIÓN</p>	<p style="text-align: center;">MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Método Científico</p> <p style="text-align: center;">TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Aplicada</p> <p style="text-align: center;">NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Descriptivo</p> <p style="text-align: center;">DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>no Experimental</p> <p style="text-align: center;">POBLACIÓN Y MUESTRA:</p> <p>POBLACIÓN:</p>

<p>b)¿Cumplirán los parámetros de diseño estructural del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica con la norma vigente?</p> <p>c)¿Cuál es el reforzamiento estructural adecuado para el puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica?</p>	<p>b) Comparar los parámetros de diseño estructural del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica con la norma vigente.</p> <p>c) Proponer el reforzamiento estructural adecuado para el puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica.</p>	<p>b) Los parámetros de diseño estructural del puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica no cumplen con la norma vigente.</p> <p>c) El reforzamiento estructural adecuado para el puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica es incrementarlas las dimensiones de los elementos estructurales, acorde a los resultados de los cálculos obtenidos.</p>	<p>Propiedades de los materiales:</p> <p>INDICADOR</p> <p>*Módulo de elasticidad.</p> <p>*Peso específico.</p> <p>*Esfuerzos admisibles</p> <p>DIMENSIÓN</p> <p>Capacidad de carga vehicular Variable</p> <p>INDICADOR</p> <p>*HS25 (AASHTO STANDARD)</p>	<p>Para el estudio la población estará conformada por los puentes de la provincia de Acobamba.</p> <p>MUESTRA</p> <p>Para nuestra investigación la muestra estará determinada por el puente Izcuchaca tramo Quichuas – Mayocc de la provincia de Acobamba, fue dirigida, por conveniencia, según a la información que se tuvo acceso.</p>
---	---	--	--	--

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ: DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
Análisis Estructural Del Puente	Modelamiento geométrico:	Luz del puente.	metros
		Partes del puente.	normatividad
		Tamaño de los elementos estructurales: secciones y longitudes.	metros
	Propiedades de los materiales:	Módulo de elasticidad.	Pascal
		Peso específico.	Kg
		Esfuerzos admisibles.	Adimensional
	Capacidad de carga vehicular Variable:	HS25 (AASHTO STANDARD)	Cargas vivas
			Cargas muertas
			Reacción de los suelos

ANEXO 3: INFORME DE ENSAYO DE SUELOS.

GEOLUMAS SAC.
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20568764995

**INFORME DE MECÁNICA DE SUELOS PARA LA TESIS:
"EVALUACION DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE
IZCUCHACA TRAMO QUICHUAS - MAYOCC DE LA PROVINCIA DE
ACOBAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCABELICA."**

PROVINCIA: ACOBAMBA

REGIÓN: HUANCABELICA

ENERO - 2022

JR. 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20568764995

CEL.: 938754480
CEL.: 971337776

RPM: 938754480
RPM: 971337776


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ANEXO TECNICO - CAP 163416
SPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CONCRETO - GEOTECNIA Y FUNDACIONES



GEOLUMAS SAC.
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20568764995

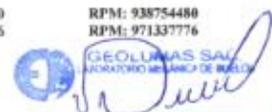
INDICE

RESUMEN	3
1.- Memoria Descriptiva	4
1.1.- Resumen de las Condiciones de Cimentación	4
1.2.- Información Previa	4
1.3.- Exploración de Campo	4
1.4.- Ensayos de laboratorio	4
1.5.- Nivel de Napa Freática	5
2.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	5

JR. 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRIÑON)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20568764995

CEL. : 938754480
CEL. : 971337776

RPM: 938754480
RPM: 971337776


GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 INGENIERO TECNICO, CIVIL INGENIERO
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
 FUNDAMENTO GEOTECNICA Y GEOLÓGICA



GEOLUMAS SAC.
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20568764995

RESUMEN

El Presente Informe de Mecánica de Suelos para la tesis " **EVALUACION DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE IZCUCHACA TRAMO QUICHUAS - MAYOCC DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCANELICA.** " tiene por objetivo de facilitar las características geotécnicas del suelo.

JR. 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20568764995

CEL.: 938754480
CEL.: 971337776

RPM: 938754480
RPM: 971337776


GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Duchas
ASESOR EDUICO CP 16048
SPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



GEOLUMAS SAC.
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20568764995

1.- Memoria Descriptiva

1.1.- Resumen de las Condiciones de Cimentación

Las condiciones para la cimentación encontrada en las calicatas se describen en el siguiente cuadro:

DESCRIPCION DE CALICATA	PROFUNDIDA DE LA CALICATA	FACTOR DE SEGURIDAD	CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO
CALICATA 1	3.00 m.	3.0	1.95 kg/cm ²

1.2.- Información Previa

La tesis: " **EVALUACION DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE IZCUCHACA TRAMO QUICHUAS – MAYOCC DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCATELICA.**" se encuentra ubicado en el departamento de Huancavelica provincia de Acobamba distrito de Izcuchaca, Quichuas – MayoCC.

1.3.- Exploración de Campo:

El Método de Exploración de Campo fue realizado mediante Pozo o Calicatas las cuales fueron provistas por el peticionario.

DESCRIPCION DE CALICATA	PROFUNDIDA DE LA CALICATA
CORTE DIRECTO CALICATA N° 1	3.00 m

1.4.- Ensayos de Laboratorio

- Ensayos en el Laboratorio

Análisis Granulométrico

ASTM D 422

Contenido de Humedad

ASTMD2216

Clasificación Unificada de Suelos SUCS

ASTMD2488

Corte Directo

ASTMD3080

ASTMD4318

JR. 28 DE OCTUBRE N° 1050 EL TAMBORILANAYO
(ALTURA DEL PUENTE IZCUCHACA)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20568764995

Limite Líquido y Limite Plástico

CEL : 938754480
CEL : 971337776

RPM: 938754480
RPM: 971337776





GEOLUMAS SAC.
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20568764995

1.5.- Nivel de Napa Freática

Según el informe el técnico de laboratorio en el lugar explorado NO se encontró Napa Freática:

NUMERO DE CALICATA	ALTURA DE NAPA FREÁTICA	OBSERVACION
CORTE DIRECTO CALICATA N° 1	NO Presenta N.F.

1.6.- Análisis de Cimentación

La capacidad admisible del terreno es:

DESCRIPCION DE CALICATA	PROFUNDIDA DE LA CALICATA	FACTOR DE SEGURIDAD	CAPACIDAD ADMISIBLE DEL TERRENO
CORTE DIRECTO CALICATA N° 1	3.00 m.	3.0	1.95kg/cm ²

2.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ La Zona de Estudio se encuentra ubicado en el departamento de Hancavelica provincia de Acobamba distrito de Izcuchaca, Quichuas Mayocc " **EVALUACION DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE IZCUCHACA TRAMO QUICHUAS - MAYOCC DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA.**" La cohesión y Angulo de fricción además de la capacidad portante y su respectivo factor de seguridad se detallan en los siguientes cuadros:

CORTE CALICATA N° 1	
COHESION	0.031 kg/cm ²
ANGULO DE FRICCIÓN	34,46°

Factor de Seguridad Fs=2.5	Capacidad Portante	2.34 kg/cm ²
Factor de Seguridad Fs=3.0	Capacidad Portante	1.95 kg/cm ²
Factor de Seguridad Fs=3.5	Capacidad Portante	1.67 kg/cm ²
Factor de Seguridad Fs=4.0	Capacidad Portante	1,46 kg/cm ²

PR. 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBOHUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20568764995

CEL : 938754480
CEL : 971337776

RPM: 938754480
RPM: 971337776
GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
AUTORIZADO EN EL REGISTRO DE INGENIEROS
ESPECIALIZADO EN MECANICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA



GEOLUMAS SAC.
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20568764995

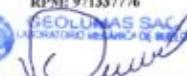
- ✓ Recomendando el factor de seguridad de 3.0 con capacidad portante de 1.95Kg/cm² para el CORTE DIRECTO DE LA CALICATA N°1 a una profundidad de 3.00 m.

- ✓ No deberá cimentarse sobre turba, suelos orgánicos, tierra vegetal, desmonte o relleno sanitario, antes de empezar con la cimentación deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la edificación y remplazados con materiales seleccionados generalmente suelos del tipo granular. Los métodos empleados en su conformación, compactación y control, dependen principalmente de las propiedades físicas del material. Los suelos seleccionados que se construyen sobre rellenos deberán ser compactados, sin elementos extraños.
- ✓ Los Resultados del Presente Informe, solo son válidos para la zona de Estudio Investigada.

JR. 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20568764995

CEL.: 938754480
CEL.: 971337776

RPM: 938754480
RPM: 971337776


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ANEXO TÉCNICO CIP-19884
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLÓGIA



GEOLUMAS SAC.
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20568764995

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
MTC E 107-2016

TESIS : EVALUACION DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE ICUCHACA TRAMO QUICHUAS - MAYOCC DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCANELICA

ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

PETICIONARIO : BACHILLER JAIR ALBERTO SALVATIERRA HERRERA
: BACHILLER JERSY HERLYNMARK SALVATIERRA HERRERA

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO DE HUANCANELICA, PROVINCIA DE ACOBAMBA DISTRITO DE ICUCHACA QUICHUAS - MAYOCC

Calicata : C-1 **Fecha de recepción** : ENERO DEL 2022

Muestra : M-1 **Fecha de emisión** : ENERO DEL 2022

Profundidad : 0.00 - 3.00 m

TAMICES		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
pulg.	mm						
3"	76.20					Muestra Total	4078.0 g
2 1/2"	63.50					Tamaño Máximo	2"
2"	50.80				100.0	% Gravas	47.3
1 1/2"	38.10	324.5	8.0	8.0	92.0	% Arenas	33.1
1"	25.40	464.5	11.4	19.3	80.7	M.F.	4.50
3/4"	19.05	232.0	5.7	25.0	75.0		
1/2"	12.70	163.0	4.0	29.0	71.0	Pase N° 200 (MTC E 137)	19.6%
3/8"	9.53	226.0	5.5	34.6	65.4		
N° 4	4.75	518.0	12.7	47.3	52.7	% Humedad (MTC E 108)	5.1 %
N° 8	2.36	398.00	9.8	57.0	43.0		
N° 10	2.00	84.00	2.1	59.1	40.9	Límite Líquido (MTC E 110)	NP
N° 16	1.18	206.00	5.1	64.1	35.9	Límite Plástico (MTC E 111)	NP
N° 20	0.85	91.00	2.2	66.4	33.6	Índice Plástico (MTC E 111)	NP
N° 30	0.60	139.00	3.4	69.8	30.2	Clasificación SUCS (ASTM D 2487-11)	GM - Grava limosa
N° 40	0.42	114.50	2.8	72.6	27.4	CLASIFIC. AASHTO (ASTM D 3282-09)	A - 1 - b (0)
N° 50	0.30	55.50	1.4	74.0	26.0		
N° 60	0.25	60.00	1.5	75.4	24.6		
N° 80	0.18	118.50	2.9	78.3	21.7		
N° 100	0.15	18.00	0.4	78.8	21.2	D10 : 0.04 mm	Cu : 198.53
N° 140	0.10	50.00	1.2	80.0	20.0	D30 : 0.59 mm	Cc : 1.22
N° 200	0.074	15.50	0.4	80.4	19.6	D60 : 7.49 mm	
Fondo		800.00	19.6	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias Normativas:

- ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils
- ASTM D 2958: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- ASTM D 2959: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System) - Aggregate Moans for Highway Construction Purposes.

JR. 28 DE JULIO DEL 2019 (ALTA) MTC E 107-2016 (REVISADO) MECÁNICA DE SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición.

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20568764995

CEL. : 938754480
CEL. : 971337776

RPM: 938754480
RPM: 971337776

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICO DE SUELOS

Edwin Peña Dueñas

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
AUTORIZADO, CP. 154318
SPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
Y CONCRETO, GEOLOGÍA Y GEOLÓGICA



GEOLUMAS SAC.
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20568764995

LÍMITES DE CONSISTENCIA DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 40

TEBIS : EVALUACION DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE IZCUCHACA TRAMO QUICHUAS - MAYOCC DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA
ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PETICIONARIO : BACHILLER JAIR ALBERTO SALVATIERRA HERRERA
 BACHILLER JERSY HERLYNMARK SALVATIERRA HERRERA
UBICACIÓN : DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE ACOBAMBA DISTRITO DE IZCUCHACA QUICHUAS - MAYOCC
Calicata : C-1 **Fecha de recepción**: ENERO DEL 2022
Muestra : M - 1 **Fecha de emisión**: ENERO DEL 2022
Profundidad : 0.00 - 3.00 m

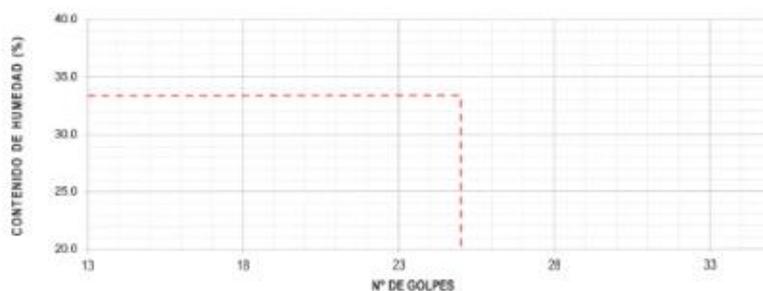
LÍMITE LÍQUIDO (LL) - MTC E 110

Número de golpes, N			
Recipiente			
Peso del recipiente (g)			
Peso de suelo húmedo + recip. (g)			
Peso de suelo seco + recipiente (g)			
Peso del agua (g)			
Peso del suelo seco (g)			
Humedad (w%)			

LÍMITE PLÁSTICO (LP) - MTC E 111

Recipiente			
Peso del recipiente (g)			
Peso de suelo húmedo + recip. (g)			
Peso de suelo seco + recipiente (g)			
Peso del agua (g)			
Peso del suelo seco (g)			
Humedad (w%)			

LÍMITE LÍQUIDO	NP
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NP



Referencias Normativas:
 - ASTM D4218-17e1 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
 - NTP 330.120.100 (revisado al 2018) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición.

JR. 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRION)
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 RUC: 20568764995

CEL. : 938754480
 CEL. : 971337776

RPM: 938754480
 RPM: 971337776
GEOLUMAS SAC
 INGENIEROS MECANICOS DE SUELOS

 Ing. Civil Edurn Peña Dueñas
 INGENIERO REGISTRO: 01748485
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETO (SECCIONA Y GEOLOGIA)



GEOLUMAS SAC.
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

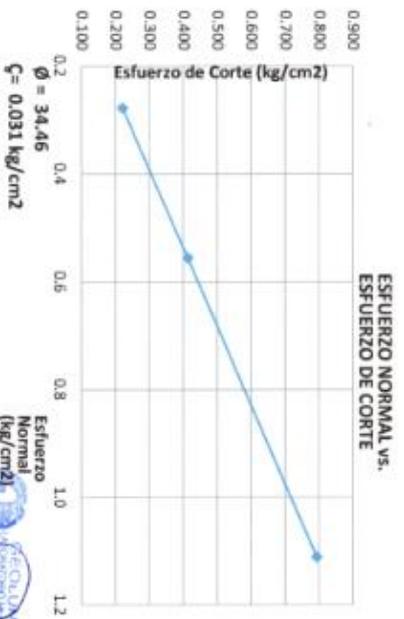
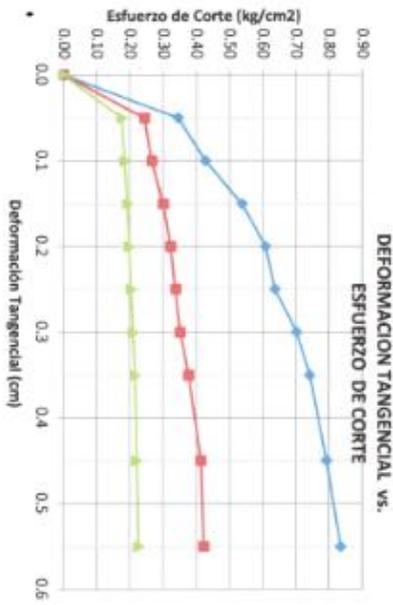
RUC: 20568764995

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

INFORME N°09 2022

ESTADO : ALTERADO
CAUCATA : C-1
MUESTRA : M-1
Profundidad de la dimensión : 3M
Profundidad de la calicata : 3M

UBICACIÓN :
FECHA DE RECEPCIÓN :
FECHA DE EMISIÓN :
: EVALUACION DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE IZCUCHAQA TIRAMO QUICHUAS - MAYOCC DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA DEPARTAMENTO DE HUANCAYELCA
: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
: BACHILLER JAIR ALBERTO SALVATIERRA HERRERA
: BACHILLER JESY HERLUMMARK SALVATIERRA HERRERA
: DEPARTAMENTO DE HUANCAYELCA PROVINCIA DE ACOBAMBA, DISTRITO DE IZCUCHAQA QUICHUAS - MAYOCC
: ENERO DEL 2022
: ENERO DEL 2022



$\phi = 34.46$
 $c = 0.031 \text{ kg/cm}^2$

RE: 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBOR HUANCAYO
(ALTERA DEL PUENTE CARBON)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20568764995

CEL.: 98754489
CEL.: 97131776

RPN: 64875448 Ingeniero Piedad Dactilar
RPN: 97131776 Ingeniero Piedad Dactilar





GEOLUMAS SAC.
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20568764995

II. ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM 3080

Estado	:ALTERADO		
Calicata	:C-1		
Muestra	: M-1		
Profundidad de la cimentación	:3M		
Profundidad de la calicata	:3M		
Especimen N°	I	II	III
Lado de la caja (cm)	6.00	6.00	6.00
Densidad Húmeda Inicial (gr/cm ³)	1.845	1.845	1.845
Densidad Seca Inicial (gr/cm ³)	1.617	1.617	1.617
Contenido Humedad Inicial (%)	14.13	14.25	14.61
Densidad Húmeda Final (gr/cm ³)	2.014	2.012	2.016
Densidad Seca Final (gr/cm ³)	1.718	1.716	1.718
Contenido Humedad Final (%)	17.21	17.24	17.34
Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	0.28	0.56	1.11
Esfuerzo de Corte Maximo (kg/cm ²)	0.221	0.413	0.793
Angulo de Friccion Interna	: 34.46		
Cohesión (kg/cm ²)	: 0.031		

Muestras remitidas e identificadas por el peticionario

JR. 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20568764995


Ing. Civil Edwin Peña Durán
ASESOR TECNICO CP 163416
INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO Y GEODINAMICA
CEL.: 938754480 RPM: 938754480
CEL.: 971337776 RPM: 971337776



GEOLUMAS SAC.
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20568764995

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Aplicando la Teoría de la Capacidad Portante de Terzaghi

CALICATA	:	C-1
Angulo de Fricción (*)	:	34.46
Cohesión	:	0.031

Determinando los valores de N_c , N_q y N_y en funcion de ϕ :

$N_c =$	22.95	
$N_q =$	10.88	
$N_y =$	6.33	
		PARA Df=3.00
Densidad Seca (γ_s)		1.845
Prof. Cimiento (Df)		3.00
Ancho Cimiento (B)		1.00
N_c Factor de Capacidad		22.95
N_q Factor de Capacidad		10.88
N_y Factor de Capacidad		6.33
Altura de Napa Freatica		0.00

Usando factores de carga Modificada

FORMULA PARA ZAPATA CUADRADA

$$Q_{ult} = 0.867 \times C \times N_c + q \times N_q + 0.4 \times \gamma \times N_y \times B$$

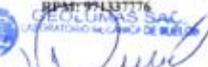
Reemplazando valores

Quit Df 3.00=	58.07	tn/m ²	
Factor de Seguridad $F_s=2.5$		Capacidad Portante	2.32 kg/cm ²
Factor de Seguridad $F_s=3.0$		Capacidad Portante	1.94 kg/cm ²
Factor de Seguridad $F_s=3.5$		Capacidad Portante	1.66 kg/cm ²
Factor de Seguridad $F_s=4.0$		Capacidad Portante	1.45 kg/cm ²

JR. 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRÓN)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20568764995

CEL. : 938754480
CEL. : 971337776

RPM: 938754480
RPM: 971337776

GEOLUMAS SAC.
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL TAMBORA

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 14845
SPC CALISTAN MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, GEOMETRIA Y GEOLOGIA



GEOLUMAS SAC.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20568764995

**ENSAYO DE ESCLEROMETRIA
NTP 339.181**

TESIS : EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL PUENTE IZCUCHACA TRAMO QUICHUAS – MAYOCC DE LA PROVINCIA DE ACOBAMBA, DEPARTAMENTO DE HUANCARELICA.
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PETICIONARIO : BACHILLER JAIR ALBERTO SALVATIERRA HERRERA
: BACHILLER JERSY HERLYNMARK SALVATIERRA HERRERA
UBICACIÓN : DEPARTAMENTO DE HUANCARELICA, PROVINCIA DE ACOBAMBA DISTRITO DE IZCUCHACA QUICHUAS – MAYOCC
FECHA DE ENSAYO : ENERO DE 2022.

Tabla n° "Ensayo de resistencia en VP - 01"

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE												PROMEDIO	F ^c ELASTICO	F ^c REAL
			36	32	32	32	36	32	36	34	38	34	38	32			
PT 01	VP - 01	Horizontal	36	32	32	32	36	32	36	34	38	34	38	34.20	260.00	234	
PT 02	VP - 01	Horizontal	32	29	32	28	30	28	30	29	31	32	30.10	210.00			
PT 03	VP - 01	Horizontal	30	31	32	31	31	32	29	30	30	31	30.70	210.00			
PT 04	VP - 01	Horizontal	36	32	34	33	32	34	34	35	33	32	33.50	255.00			



JR. 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(AL TUBA DEL PUENTE CARBON)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20568764995

CEL: 938754489
CEL: 971337776

RPM: 938754489
RPM: 971337776



GEOLUMAS SAC.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20568764995

Tabla n° "Ensayo de resistencia en VP - 02"

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE										PROMEDIO	F'c ELASTICO	F'c REAL				
			32	30	32	30	31	33	31	30	30	31				31	30	31	
PT 01	VP - 02	Horizontal	32	30	32	30	31	33	31	30	30	31	31	30	30	31	31.00	220.00	226
PT 02	VP - 02	Horizontal	30	33	32	30	31	33	30	31	33	30	31	32	32	31.40	229.00		
PT 03	VP - 02	Horizontal	33	31	30	30	34	30	31	33	30	31	33	32	30	31.40	229.00		
PT 04	VP - 02	Horizontal	33	32	32	34	30	31	31	30	30	31	30	30	30	31.30	226.00		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n° "Ensayo de resistencia en VD - 01"

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE										PROMEDIO	F'c ELASTICO	F'c REAL				
			33	33	32	34	35	32	33	36	34	35				33	32	31	30
PT 01	VD - 01	Horizontal	33	33	32	34	35	32	33	36	34	35	33	36	34	35	33.70	255.00	238
PT 02	VD - 01	Horizontal	31	30	32	30	30	32	32	31	30	33	31	30	33	31.10	222.00		
PT 03	VD - 01	Horizontal	33	30	32	34	31	30	33	34	34	31	30	33	34	32.20	223.00		
PT 04	VD - 01	Horizontal	33	34	33	34	33	34	33	34	34	35	34	34	35	33.70	250.00		

JR. 24 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBOR HUANCAYO
 (ALTIURA DEL PUENTE CAMBIÓN)
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 RUC: 20568764995



CEL. : 938754480
 CEL. : 971337776

RPM: 938754480
 RPM: 971337776
 AV. COLLAO S/N. PUNTA DUEÑAS
 ALCALDIA MUNICIPAL DE HUANCAYO
 DEPARTAMENTO DE TACNA



GEOLUMAS SAC.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20568764995

Tabla n° "Ensayo de resistencia en VD - 02"

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE										PROMEDIO	F ^c ELASTICO	F ^c REAL
			32	33	35	33	31	32	33	35	33	32			
PT 01	VD - 02	Horizontal	32	33	35	33	31	32	33	35	33	32	32.90	248.00	242
PT 02	VD - 02	Horizontal	33	34	34	31	33	30	32	34	31	32.20	240.00		
PT 03	VD - 02	Horizontal	34	33	30	33	34	33	33	33	30	32.40	242.00		
PT 04	VD - 02	Horizontal	32	30	33	32	34	33	31	33	32	32.10	239.00		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n° "Ensayo de resistencia en VD - 03"

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE										PROMEDIO	F ^c ELASTICO	F ^c REAL
			33	33	30	33	32	34	35	31	30	34			
PT 01	VD - 03	Horizontal	33	33 <td>30 <td>33 <td>32</td> <td>34 <td>35 <td>31 <td>30 <td>34</td> <td>32.50</td> <td>244.00</td> <td rowspan="4">223</td> </td></td></td></td></td></td>	30 <td>33 <td>32</td> <td>34 <td>35 <td>31 <td>30 <td>34</td> <td>32.50</td> <td>244.00</td> <td rowspan="4">223</td> </td></td></td></td></td>	33 <td>32</td> <td>34 <td>35 <td>31 <td>30 <td>34</td> <td>32.50</td> <td>244.00</td> <td rowspan="4">223</td> </td></td></td></td>	32	34 <td>35 <td>31 <td>30 <td>34</td> <td>32.50</td> <td>244.00</td> <td rowspan="4">223</td> </td></td></td>	35 <td>31 <td>30 <td>34</td> <td>32.50</td> <td>244.00</td> <td rowspan="4">223</td> </td></td>	31 <td>30 <td>34</td> <td>32.50</td> <td>244.00</td> <td rowspan="4">223</td> </td>	30 <td>34</td> <td>32.50</td> <td>244.00</td> <td rowspan="4">223</td>	34	32.50	244.00	223
PT 02	VD - 03	Horizontal	29	30 <td>31 <td>31 <td>28</td> <td>29</td> <td>27</td> <td>29</td> <td>28</td> <td>29.10</td> <td>192.00</td> </td></td>	31 <td>31 <td>28</td> <td>29</td> <td>27</td> <td>29</td> <td>28</td> <td>29.10</td> <td>192.00</td> </td>	31 <td>28</td> <td>29</td> <td>27</td> <td>29</td> <td>28</td> <td>29.10</td> <td>192.00</td>	28	29	27	29	28	29.10	192.00		
PT 03	VD - 03	Horizontal	30	31 <td>31 <td>30 <td>31</td> <td>32</td> <td>32</td> <td>33</td> <td>29</td> <td>30.90</td> <td>218.00</td> </td></td>	31 <td>30 <td>31</td> <td>32</td> <td>32</td> <td>33</td> <td>29</td> <td>30.90</td> <td>218.00</td> </td>	30 <td>31</td> <td>32</td> <td>32</td> <td>33</td> <td>29</td> <td>30.90</td> <td>218.00</td>	31	32	32	33	29	30.90	218.00		
PT 04	VD - 03	Horizontal	32	33 <td>31 <td>32</td> <td>33</td> <td>30 <td>33</td> <td>32</td> <td>31</td> <td>32.00</td> <td>238.00</td> </td></td>	31 <td>32</td> <td>33</td> <td>30 <td>33</td> <td>32</td> <td>31</td> <td>32.00</td> <td>238.00</td> </td>	32	33	30 <td>33</td> <td>32</td> <td>31</td> <td>32.00</td> <td>238.00</td>	33	32	31	32.00	238.00		

IR: 28 DE OCTUBRE N° 459 EL TAMBOR HUANCAYO
(ALTIURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20568764995

CEL.: 938754480
CEL.: 971337776

GEOLUMAS SAC
INSTRUMENTADO DE INGENIEROS
RPMI: 938754480
RPMI: 971337776
-ING. César Edwin Peña Dueñas
INSTRUMENTADO DE INGENIEROS
INSTRUMENTADO DE INGENIEROS
INSTRUMENTADO DE INGENIEROS



GEOLUMAS SAC.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20568764995

Tabla n° "Ensayo de resistencia en VD - 04"

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE										PROMEDIO	F'c ELASTICO	F'c REAL
PT 01	VD - 04	Horizontal	33	33	31	35	34	33	32	33	30	31	32.50	244.00	246
PT 02	VD - 04	Horizontal	34	33	35	30	31	31	32	32	33	33	32.40	242.00	
PT 03	VD - 04	Horizontal	33	33	32	32	31	31	35	34	33	32	32.60	245.00	
PT 04	VD - 04	Horizontal	35	33	34	35	35	33	34	31	31	32	33.30	253.00	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n° "Ensayo de resistencia en VD - 05"

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE										PROMEDIO	F'c ELASTICO	F'c REAL
PT 01	VD - 05	Horizontal	32	34	33	31	30	31	33	32	33	33	32.20	240.00	245
PT 02	VD - 05	Horizontal	33	33	31	33	32	30	34	33	35	31	32.50	244.00	
PT 03	VD - 05	Horizontal	35	34	32	31	33	33	31	32	33	34	32.80	248.00	
PT 04	VD - 05	Horizontal	33	35	31	32	30	33	33	31	34	35	32.70	247.00	

IR. 24 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBOR HUANCAYO
(CALLEJA DEL PUENTE CARBON)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20568764995

CEL.: 938754489
CEL.: 971337776

RPM: 938754489
RPM: 971337776



GEOLUMAS SAC.
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS
ING. Cristóbal Peña Durán
INSCRITO EN EL REGISTRO NACIONAL DE PROFESIONALES
CONSEJO SUPERIOR PROFESIONAL



GEOLUMAS SAC.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20568764995

Tabla n° "Ensayo de resistencia en LOSA"

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE												PROMEDIO	F'c ELASTICO	F'c REAL
			31	29	29	31	28	29	26	30	30	30	31	29			
PT 01	LOSA	Vertical	31	29	29	31	28	29	26	30	30	30	31	29	29.30	242.00	250
PT 02	LOSA	Vertical	30	32	30	29	28	29	31	32	31	29	30.10	251.00			
PT 03	LOSA	Vertical	29	30	31	30	29	30	31	31	32	29	30.20	252.00			
PT 04	LOSA	Vertical	32	31	29	28	32	31	30	31	29	30.30	253.00				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n° "Ensayo de resistencia en ESTRIBO 01"

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE												PROMEDIO	F'c ELASTICO	F'c REAL
			33	32	35	34	31	30	35	32	33	31					
PT 01	ESTRIBO 01	Horizontal	33	32	35	34	31	30	35	32	33	31	32.60	246.00	245		
PT 02	ESTRIBO 01	Horizontal	32	32	32	33	34	31	35	33	31	31	32.40	243.00			
PT 03	ESTRIBO 01	Horizontal	32	33	34	35	32	31	35	30	34	32	32.80	248.00			
PT 04	ESTRIBO 01	Horizontal	33	34	32	31	33	31	32	32	33	34	32.50	244.00			

IR. 24 DE OCTUBRE N° 459 EL TAMBIO HUANCAYO
(CALLE DEL PUENTE CAERON)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20568764995

CEL.: 938754489
CEL.: 971337776

GEOLUMAS SAC
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS
RPM: 938754489
RPM: 971337776
CIVIL Edwin Peña Dueñas
INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO



GEOLUMAS SAC.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC: 20568764995

Tabla n° "Ensayo de resistencia en ESTRIBO 02"

AREA	ELEMENTO	POSICION	REBOTE												PROMEDIO	F'c ELASTICO	F'c REAL			
			35	32	31	36	34	33	31	32	34	33	32	33						
PT 01	ESTRIBO 02	Horizontal	35	32	31	36	34	33	31	32	34	33	33	33	33	33	33	33.10	251.00	254
PT 02	ESTRIBO 02	Horizontal	34	35	32	35	33	33	35	33	33	33	33	33	32	33	33.50	255.00		
PT 03	ESTRIBO 02	Horizontal	35	35	34	34	32	31	32	31	34	31	33	33	33	33	33.10	251.00		
PT 04	ESTRIBO 02	Horizontal	32	35	34	33	36	34	33	34	33	35	33	34	34	33.90	259.00			

Fuente: Elaboración propia.

JR. 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTIURA DEL PUENTE CARBON)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC: 20568764995

CEL.: 98754480
CEL.: 97133776



RPM: 98754480
RPM: 97133776