

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE
COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN,
REGIÓN JUNÍN 2020**

PRESENTADO POR:

Bach. VARGAS RAMOS, JUAN CARLOS

Bach. CHANCA TEJEDA, MARYORIT

Línea de Investigación Institucional:
Transporte y Urbanismo

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2021

ASESOR

ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO

DEDICATORIA

A mis padres por ser los pilares fundamentales en todo lo que soy, en mi educación, como de la vida, porque gracias a su esfuerzo ahora puedo culminar esta etapa de mi vida, por estar siempre a mi lado apoyándome incondicionalmente en todos los momentos difíciles y en mi formación profesional.

Mis hermanas que son mi soporte y compañía durante todo este tiempo, compartiendo los buenos y malos momentos, las quiero mucho.

Maryorit

Esta tesis esta dedica en memoria de mis familiares: Gina Araceli Vargas y Juan Marino Vargas Esteban, los gratos momentos que vivimos juntos durante varios años son mi fuente de inspiración y motivación ante los momentos de dificultad y de debilidad, gracias a ello perdura la valentía de seguir siempre adelante.

A mi familia, por estar al pendiente de mí, acompañándome durante en todo mi trayecto estudiantil y de mi vida, siendo mi fuente de energía en los momentos difíciles durante este arduo camino para convertirme en un profesional.

Juan

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por las bendiciones de la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el sustento y fortaleza en aquellos momentos de debilidad.

Así mismo agradezco infinitamente a mis padres que con sus palabras me hacen sentir orgullosa de quien soy, sin embargo, merecen el reconocimiento especial por el esfuerzo y dedicación que hicieron así mi persona para yo poder culminar mi carrera universitaria.

De igual forma agradezco la ayuda que muchas personas y colegas me han prestado durante el proceso de investigación y elaboración de este trabajo.

Maryorit CHANCA TEJEDA

Mi eterno agradecimiento a mis padres por el amor y el cariño que me dieron, sin embargo, no fue lo único, yo particularmente me siento muy orgulloso de ellos por ayudarme a trazar mi camino y a en caminar así un mañana próspero y de felicidad otorgándome las herramientas necesarias para empezar mi camino así el éxito.

Así mismo agradezco a todas las personas que hicieron posible esta investigación y que de alguna manera estaban conmigo en los momentos tristes, alegres y dificultosos, de alguna manera fueron participe de las decisiones que tome para lograr mi proyecto.

Juan Carlos VARGAS RAMOS

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Ruben Dario Tapia Silguera
Presidente

Ing. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed
Jurado

Ing. Alcides Luis Fabián Brañez
Jurado

Ing. Christian Mallaupoma Reyes
Jurado

Mg. Leonel Utiveros Peñaloza
Secretario Docente

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
INDICE GENERAL	VI
INDICE DE TABLAS	IX
INDICE DE FIGURAS	XXIII
RESUMEN	XXXIV
ABSTRACT	XXXV
INTRODUCCIÓN	XXXVI
CAPÍTULO I.....	38
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	38
1.1. Planteamiento del Problema	38
1.2. Formulación y Sistematización del Problema	40
1.2.1. Problema General	40
1.2.2. Problemas Específicos	40
1.3. Justificación	40
1.3.1. Practica o Social.....	40
1.3.2. Científica o Teórica.....	40
1.3.3. Metodológica	40
1.4. Delimitaciones.....	41
1.4.1. Espacial.....	41
1.4.2. Temporal	41
1.4.3. Económica.....	41
1.5. Limitaciones	41
1.5.1. Limitación Espacial.....	41
1.5.2. Limitación Temporal	41
1.6. Objetivos	41
1.6.1. Objetivo General.....	41

1.6.2. Objetivos Específicos	42
CAPÍTULO II.....	43
2. MARCO TEÓRICO	43
2.1. Antecedentes de la Investigación	43
2.1.1. Antecedentes Internacionales	43
2.1.2. Antecedentes Nacionales	44
2.2. Marco Conceptual.....	46
2.2.1. Puente Atirantado.....	46
2.2.2. Tipos de Puentes Atirantados	46
2.2.3. Características de los Puentes Atirantados.....	48
2.2.4. Proceso de Evaluación.....	54
2.2.5. Inspección de Puentes	54
2.2.6. Patologías en Puentes	55
2.2.7. Evaluación de Puentes.....	65
2.2.8. Rehabilitación en Puentes.....	95
2.2.9. Conservación de Puentes	106
2.3. Definición de Términos	112
2.4. Hipótesis	113
2.4.1. Hipótesis General.....	113
2.4.2. Hipótesis Específicas	113
2.5. Variables	113
2.5.1. Definición Conceptual de las Variables	114
2.5.2. Definición Operacional de las Variables	114
2.5.3. Operacionalización de Variables	114
CAPÍTULO III.....	116
3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	116
3.1. Método de Investigación	116

3.2. Tipo de Investigación	116
3.3. Nivel de Investigación	116
3.4. Diseño de Investigación	116
3.5. Población y Muestra.....	117
3.5.1. Población.....	117
3.5.2. Muestra	117
3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	117
3.7. Procesamiento de la Información.....	117
3.8. Técnicas y Análisis de Datos	118
CAPÍTULO IV	119
4. RESULTADOS	119
4.1. Aspectos Generales del Puente Comunero I	119
4.1.1. Ubicación y Localización	119
4.1.2. Cuenca (Río Mantaro).....	119
4.1.3. Descripción de la Zona de Estudio	120
4.1.4. Clima	121
4.1.5. Temperatura Media Anual	121
4.1.6. Precipitación Media Anual	121
4.2. Inspección del Puente Comunero I para su Evaluación.....	122
4.2.1. Características del Puente	122
4.2.2. Patologías Encontradas	127
4.3. Estudios Previos a la Evaluación	130
4.3.1. Estudio Topográfico.....	130
4.3.2. Estudio de Hidrología e Hidráulica	135
4.3.3. Estudio Geológico y Geotécnico.....	158
4.4. Ensayos para la Evaluación.....	160
4.4.1. Ensayo de Mecánica de Suelo	160

4.4.2. Esclerometría	162
4.4.3. Medición de Espesor de Pintura.....	165
4.5. Evaluación Hidráulica.....	165
4.5.1. Hidráulica en el Cruce del Puente	165
4.5.2. Modelación Hidráulica de Socavación con HEC-RAS V5.0.7.....	165
4.6. Evaluación Estructural	185
4.6.1. Criterios para la Evaluación Estructural.....	185
4.6.2. Modelo Computacional de Cálculo Estructural	185
4.6.3. Cuantificación de Cargas sobre el Puente	192
4.6.4. Cuantificación de cargas sísmicas	195
4.6.5. Consideraciones de Diseño.....	199
4.6.6. Resultados del Análisis Estructural sin Reforzar	200
4.6.7. Resultados del Análisis Estructural Reforzada	247
4.6.8. Modos y Periodos del Puente.....	294
4.6.9. Resultados de Sismo en el Puente.....	298
4.6.10. Tiempo – Historia del Puente	314
4.7. Control del Espesor de la Capa Seca de la Pintura	317
CAPÍTULO V	320
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	320
CONCLUSIONES	331
RECOMENDACIONES	332
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	333

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Secciones Típicas de Puentes Atirantados.....	49
Tabla 2 Ancho de Grieta Tolerable en el Concreto Reforzado	57
Tabla 3 Valores de Periodos de Retorno T (Años)	71
Tabla 4 Factor de Ajuste de la Frecuencia de Observación Diaria	71

Tabla 5 Coeficientes de Duración Lluvias entre 48 Horas y una Hora.....	72
Tabla 6 Influencia de Diversos Factores Sobre el Coeficiente n.....	74
Tabla 7 Valores del Coeficiente K1.....	83
Tabla 8 Factor de Corrección por la Forma del Pilar Kf.....	84
Tabla 9 Factor de Corrección por el Ángulo de Ataque del Flujo $K\Phi$	85
Tabla 10 Factor de Corrección por la Forma del Lecho Kc	85
Tabla 11 Criterios para Adoptar Ka	86
Tabla 12 Presencia de Factores Múltiples, m.....	88
Tabla 13 Incremento de la Carga Viva por Efectos Dinámicos (IM.....	89
Tabla 14 Valores Constantes V_0 y Z_0	90
Tabla 15 Presiones básicas, PB Correspondiente a una Velocidad $V_B = 100$ mph	91
Tabla 16 Valores de Factores de Sitio, Fpga En Periodo – Cero en el Espectro de Aceleración	92
Tabla 17 Valores de Factores de Sitio, Fv, para Rango de Periodo Largo en el Espectro de Aceleración	92
Tabla 18 Factor de Reducción Ambiental para Varios Sistemas de CFRP y Condiciones de Exposición	98
Tabla 19 Límite de Tensión de Carga de Servicio Sostenidita más Cíclica de CFRP	103
Tabla 20 Operacionalización de Variables	115
Tabla 21 Valores Máximos Recomendados de Riesgo Admisible de Obras de Drenaje	136
Tabla 22 Valores de los Parámetros de la Cuenca.....	136
Tabla 23 Cálculo del Coeficiente de Rugosidad – Cauce Principal	137
Tabla 24 Cálculo del Coeficiente de Rugosidad - Zona de Inundación	137
Tabla 25 Resumen de Coeficientes de Rugosidad.....	138
Tabla 26 Datos de Precipitación Máxima en 24 Hrs. (mm).....	138
Tabla 27 Distribución Nominal $Q=58.98$ mm	139
Tabla 28 Distribución Log Normal (2 Parámetros) $Q=62.47$	141
Tabla 29 Distribución Gumbel $Q=66.87$	142
Tabla 30 Distribución Pearson Tipo III (Gamma 3 Parámetros) $Q=67.65$	143
Tabla 31 Distribución de Frecuencia tipo log Pearson tipo III $Q=73.46$	145

Tabla 32 Precipitaciones Máximas en 24 Horas Calculadas	147
Tabla 33 Precipitaciones Máximas P _{máx} (mm) Según Tiempos de Duración	148
Tabla 34 Intensidades de la Lluvia (mm/hr), Según el Periodo de Retorno ...	148
Tabla 35 Resumen de aplicación de Regresión Potencial.....	149
Tabla 36 Resumen de aplicación de Regresión Potencial.....	149
Tabla 37 Cuadro de Intensidades para Diferentes Tiempos de Duración	150
Tabla 38 Método del Bloque Alterno para Obtención de Hietograma de Diseño	152
Tabla 39 Método del Bloque Alterno para Obtención de Hietograma de Diseño	153
Tabla 40 Caudales de Diseño (m ³ /s)	158
Tabla 41 Resumen de las Calicatas	162
Tabla 42 Cuadro de Resumen de las Resistencias Tomadas por el Esclerómetro	164
Tabla 43 Datos del Monograma.....	177
Tabla 44 Datos Ingresados para el Cálculo de la Socavación Local	178
Tabla 45 Resumen del Reporte de los Pilonos y Estribos	182
Tabla 46 Cuadro de Resumen del Diseño Hidráulico Tr=500 años-Profundidad de Socavación.....	183
Tabla 47 Designación del Nombre y Tensión de los Cables sin CFRP y con CFRP	190
Tabla 48 Parámetros para el Espectro Sísmico.....	196
Tabla 49 Combinación de Cargas	200
Tabla 50 Momento Flector (M _{xx}) - Losa sin CFRP.....	200
Tabla 51 Momento Flector (M _{xx}) de la Combinación de Cargas - Losa sin CFRP.	201
Tabla 52 Esfuerzo Cortante (Q _{xx}) - Losa sin CFRP.....	201
Tabla 53 Esfuerzo Cortante (Q _{xx}) de la Combinación de Cargas - Losa sin CFRP.....	202
Tabla 54 Fuerza a Compresión (S _{xx}) - Losa sin CFRP.....	202
Tabla 55 Fuerza a Compresión (S _{xx}) de la Combinación de Cargas - Losa sin CFRP.	203
Tabla 56 Fuerza a Tracción (S _{xx}) - Losa sin CFRP.	203

Tabla 57 Fuerzas a Tracción (Sxx) de la Combinación de Cargas - Losa sin CFRP.....	204
Tabla 58 Reacciones del Peso Propio (DC) – Losa sin CFRP	204
Tabla 59 Reacciones de la Carga Muerta (DW) – Losa sin CFRP	205
Tabla 60 Reacciones de la Carga Peatonal (PL) – Losa sin CFRP.....	206
Tabla 61 Reacciones de la Carga Vehicular (LI) – Losa sin CFRP.....	207
Tabla 62 Reacciones de la Fuerza de Frenado (BR) – Losa sin CFRP.....	207
Tabla 63 Reacciones de la Carga de Viento (WS) – Losa sin CFRP	208
Tabla 64 Deformaciones (Ugz) de las Cargas - Losa sin CFRP.....	209
Tabla 65 Deformaciones (Ugz) de las Combinaciones de Cargas - Losa sin CFRP.....	209
Tabla 66 Momento (My) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.	210
Tabla 67 Momento (My) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.	210
Tabla 68 Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.....	211
Tabla 69 Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.	211
Tabla 70 Momento (My) en las Cargas de la Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.....	212
Tabla 71 Momento (My) en las Cargas de la Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.....	212
Tabla 72 Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.....	212
Tabla 73 Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.....	212
Tabla 74 Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.	213
Tabla 75 Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.	213
Tabla 76 Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.	213

Tabla 77 Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.	213
Tabla 78 Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.....	213
Tabla 79 Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.....	214
Tabla 80 Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.....	214
Tabla 81 Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.....	214
Tabla 82 Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.....	214
Tabla 83 Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.....	215
Tabla 84 Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.	215
Tabla 85 Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.	215
Tabla 86 Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.....	216
Tabla 87 Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.....	216
Tabla 88 Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.	217
Tabla 89 Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.	217
Tabla 90 Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.....	217
Tabla 91 Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.....	217
Tabla 92 Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.....	218

Tabla 93 Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.....	218
Tabla 94 Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.....	218
Tabla 95 Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.....	218
Tabla 96 Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.....	219
Tabla 97 Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.....	219
Tabla 98 Deformaciones (Uz) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.....	219
Tabla 99 Deformaciones (Uz) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.....	219
Tabla 100 Deformaciones (Uz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.....	220
Tabla 101 Deformaciones (Uz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.....	220
Tabla 102 Deformaciones (Uz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.....	220
Tabla 103 Deformaciones (Uz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.....	220
Tabla 104 Deformaciones (Uz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.....	220
Tabla 105 Deformaciones (Uz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.....	221
Tabla 106 Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.....	221
Tabla 107 Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.....	221
Tabla 108 Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.....	222

Tabla 109 Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.	222
Tabla 110 Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.	223
Tabla 111 Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.	223
Tabla 112 Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.	223
Tabla 113 Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.	224
Tabla 114 Tensión Axial (Fx) de las Cargas en los Cables (Aguas Abajo) – Losa sin CFRP.	224
Tabla 115 Tensión Axial (Fx) de las Cargas en los Cables (Aguas Arriba) – Losa sin CFRP.	225
Tabla 116 Tensión Axial (Fx) de las Combinaciones de Cargas en los Cables (Aguas Abajo) – Losa sin CFRP.	226
Tabla 117 Tensión Axial (Fx) de las Combinaciones de Cargas en los Cables (Aguas Arriba) – Losa sin CFRP.	227
Tabla 118 Momentos (Mx) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP... ..	228
Tabla 119 Momentos (My) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP... ..	229
Tabla 120 Momentos (Mz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP... ..	229
Tabla 121 Momentos (Mx) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP... ..	230
Tabla 122 Momentos (My) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP... ..	230
Tabla 123 Momentos (Mz) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP... ..	230
Tabla 124 Momentos (Mx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP.	231
Tabla 125 Momentos (My) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP.	231
Tabla 126 Momentos (Mz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP.	232
Tabla 127 Momentos (Mx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP.	232

Tabla 128 Momentos (M_y) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP	233
Tabla 129 Momentos (M_z) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP	233
Tabla 130 Esfuerzo (F_x) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP	235
Tabla 131 Esfuerzo (F_y) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP	236
Tabla 132 Esfuerzo (F_z) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP	236
Tabla 133 Esfuerzo (F_x) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP	236
Tabla 134 Esfuerzo (F_y) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP	237
Tabla 135 Esfuerzo (F_z) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP	237
Tabla 136 Esfuerzo (F_x) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP	238
Tabla 137 Esfuerzo (F_y) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP	238
Tabla 138 Esfuerzo (F_z) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP	238
Tabla 139 Esfuerzo (F_x) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP	239
Tabla 140 Esfuerzo (F_y) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP	239
Tabla 141 Esfuerzo (F_z) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP	240
Tabla 142 Deformación (U_x) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP	242
Tabla 143 Deformación (U_y) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP	242
Tabla 144 Deformación (U_z) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP	242
Tabla 145 Deformación (U_x) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP	243
Tabla 146 Deformación (U_y) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP	243
Tabla 147 Deformación (U_z) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP	244
Tabla 148 Deformación (U_x) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP	244
Tabla 149 Deformación (U_y) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP	245

Tabla 150 Deformación (Uz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP	245
Tabla 151 Deformación (Ux) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP	245
Tabla 152 Deformación (Uy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP	246
Tabla 153 Deformación (Uz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP	246
Tabla 154 Momento Flector (Mxx) - Losa con CFRP.....	247
Tabla 155 Momento Flector (Mxx) de la Combinación de Cargas - Losa con CFRP.....	247
Tabla 156 Esfuerzo Cortante (Qxx) - Losa con CFRP.....	248
Tabla 157 Esfuerzo Cortante (Qxx) de la Combinación de Cargas - Losa con CFRP.....	248
Tabla 158 Fuerza a Compresión (Sxx) - Losa con CFRP.....	249
Tabla 159 Fuerza a Compresión (Sxx) de la Combinación de Cargas - Losa con CFRP.....	249
Tabla 160 Cuadro Fuerza a Tracción (Sxx) - Losa con CFRP.....	250
Tabla 161 Fuerzas a Tracción (Sxx) de la Combinación de Cargas - Losa con CFRP.....	251
Tabla 162 Reacciones de Peso Propio (DC) - Losa con CFRP.....	252
Tabla 163 Reacciones de Carga Muerta (DW) - Losa con CFRP.....	252
Tabla 164 Reacciones de Carga Peatonal (PL) - Losa con CFRP.....	252
Tabla 165 Reacciones de Carga Vehicular (LL) - Losa con CFRP.....	253
Tabla 166 Reacciones de Fuerza de Frenado (BR) - Losa con CFRP.....	253
Tabla 167 Reacciones de Carga de Viento (WS) - Losa con CFRP.....	254
Tabla 168 Reacciones del Caso 16 (R.I.) - Losa con CFRP.....	254
Tabla 169 Reacciones del Caso 17 (R.III.) - Losa con CFRP.....	254
Tabla 170 Reacciones del Caso 20 (S.I.) - Losa con CFRP.....	255
Tabla 171 Reacciones del Caso 21 (F.I.) - Losa con CFRP.....	255
Tabla 172 Deformaciones (UGZ) de las Cargas - Losa con CFRP.....	256
Tabla 173 Deformaciones (UGZ) de las Combinaciones de Cargas - Losa con CFRP.....	257

Tabla 174 Momento (My) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.....	257
Tabla 175 Momento (My) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.....	258
Tabla 176 Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.....	258
Tabla 177 Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.	258
Tabla 178 Momento (My) en las Cargas de la Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP.....	259
Tabla 179 Momento (My) en las Cargas de la Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP.....	259
Tabla 180 Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP.	260
Tabla 181 Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP.	260
Tabla 182 Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa con CFRP.....	260
Tabla 183 Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa con CFRP.....	260
Tabla 184 Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa con CFRP.....	261
Tabla 185 Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa con CFRP.....	261
Tabla 186 Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa con CFRP.....	261
Tabla 187 Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa con CFRP.....	261
Tabla 188 Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa con CFRP.....	262
Tabla 189 Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa con CFRP.....	262

Tabla 190 Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.....	262
Tabla 191 Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.....	262
Tabla 192 Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.	263
Tabla 193 Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.....	263
Tabla 194 Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP.	264
Tabla 195 Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP.	264
Tabla 196 Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas Combinadas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP.	264
Tabla 197 Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas Combinadas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP.	264
Tabla 198 Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa con CFRP.....	265
Tabla 199 Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa con CFRP.....	265
Tabla 200 Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa con CFRP.....	265
Tabla 201 Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa con CFRP.....	265
Tabla 202 Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa con CFRP.....	266
Tabla 203 Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa con CFRP.....	266
Tabla 204 Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa con CFRP.....	266
Tabla 205 Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa con CFRP.....	266
Tabla 206 Deformaciones de las Cargas de Viga Longitudinal – Agua Arriba	267

Tabla 207 Deformaciones de las Cargas de Viga Longitudinal – Agua Abajo	267
Tabla 208 Deformaciones de las Cargas de Viga Longitudinal N°1-Intermedia	267
Tabla 209 Deformaciones de las Cargas de Viga Longitudinal N°2-Intermedia	267
Tabla 210 Deformaciones de las Cargas de Viga 0+000	267
Tabla 211 Deformaciones de las Cargas de Viga 0+035	268
Tabla 212 Deformaciones de las Cargas de Viga 0+070	268
Tabla 213 Deformaciones de las Cargas de Viga 0+150	268
Tabla 214 Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP	268
Tabla 215 Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP	268
Tabla 216 Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP	269
Tabla 217 Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP	270
Tabla 218 Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+000 – Losa con CFRP	270
Tabla 219 Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+035 – Losa con CFRP	271
Tabla 220 Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+070 – Losa con CFRP	271
Tabla 221 Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+150 – Losa con CFRP	271
Tabla 222 Tensión Axial (Fx) de las Cargas en los Cables (Aguas Abajo) – Losa con CFRP	272
Tabla 223 Tensión Axial (Fx) de las Cargas en los Cables (Aguas Arriba) – Losa con CFRP	273
Tabla 224 Tensión Axial (Fx) de las Combinaciones de Cargas en los Cables (Aguas Abajo) – Losa con CFRP	274
Tabla 225 Tensión Axial (Fx) de las Combinaciones de Cargas en los Cables (Aguas Arriba) – Losa con CFRP	275

Tabla 226 Momentos (Mx) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .	276
Tabla 227 Momentos (My) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .	277
Tabla 228 Momentos (Mz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP .	277
Tabla 229 Momentos (Mx) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP .	277
Tabla 230 Momentos (My) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP .	278
Tabla 231 Momentos (Mz) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP .	278
Tabla 232 Momentos (Mx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP	279
Tabla 233 Momentos (My) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP	279
Tabla 234 Momentos (Mz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP	279
Tabla 235 Momentos (Mx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP	280
Tabla 236 Momentos (My) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP	280
Tabla 237 Momentos (Mz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP	281
Tabla 238 Esfuerzo (Fx) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP	283
Tabla 239 Esfuerzo (Fy) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP	283
Tabla 240 Esfuerzo (Fz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP	283
Tabla 241 Esfuerzo (Fx) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP	284
Tabla 242 Esfuerzo (Fy) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP	284
Tabla 243 Esfuerzo (Fz) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP	285
Tabla 244 Esfuerzo (Fx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP	285
Tabla 245 Esfuerzo (Fy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP	286
Tabla 246 Esfuerzo (Fz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP	286
Tabla 247 Esfuerzo (Fx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP	286

Tabla 248 Esfuerzo (F_y) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP.....	287
Tabla 249 Esfuerzo (F_z) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP.....	287
Tabla 250 Deformación (U_x) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP	289
Tabla 251 Deformación (U_y) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP	289
Tabla 252 Deformación (U_z) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP	290
Tabla 253 Deformación (U_x) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP	290
Tabla 254 Deformación (U_y) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP	291
Tabla 255 Deformación (U_z) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP	291
Tabla 256 Deformación (U_x) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP.....	292
Tabla 257 Deformación (U_y) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP.....	292
Tabla 258 Deformación (U_z) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP.....	292
Tabla 259 Deformación (U_x) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP.....	293
Tabla 260 Deformación (U_y) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP.....	293
Tabla 261 Deformación (U_z) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP	294
Tabla 262 Periodos de Vibraciones del Caso 22 (Modal).....	294
Tabla 263 Ratios de Masa Participativa Modal del Análisis en el Caso 22....	297
Tabla 264 Sismo X en Losa.....	298
Tabla 265 Sismo Y en Losa.....	298
Tabla 266 Sismo X en Vigas Longitudinales Externas	300

Tabla 267 Sismo Y en Vigas Longitudinales Externas	300
Tabla 268 Sismo X en Vigas Longitudinales Internas.....	300
Tabla 269 Sismo Y en Vigas Longitudinales Internas.....	301
Tabla 270 Sismo X en Vigas Transversales (0+000 – 0+035).....	301
Tabla 271 Sismo Y en Vigas Transversales (0+000 – 0+035).....	301
Tabla 272 Sismo X en Vigas Transversales (0+070 – 0+150).....	301
Tabla 273 Sismo Y En Vigas Transversales (0+070 – 0+150)	302
Tabla 274 Sismo X en Cables	305
Tabla 275 Sismo Y en Cables	305
Tabla 276 Sismo X en Torre 01	308
Tabla 277 Sismo Y en Torre 01	308
Tabla 278 Sismo X en Torre 02.....	309
Tabla 279 Sismo Y en Torre 02.....	309
Tabla 280 Resumen de Comparación	317
Tabla 281 Propiedades de Torón de Pretensar y de Barras.....	327
Tabla 282 Cuadro de Verificación de la Resistencia a Tracción de los Tirantes- Aguas Abajo.....	327
Tabla 283 Cuadro de Verificación de la Resistencia a Tracción de los Tirantes- Aguas Arriba	328

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fotografía del Puente Atirantado de Torre Lateral en Taiwán (Puente del Amor).....	46
Figura 2 Fotografía del Puente Atirantado de Torre Lateral en Jerusalén.....	47
Figura 3 Fotografía del Puente Atirantado Asimétrico. SNP Bridge – Novy most	47
Figura 4 Fotografía del Puente del Alamillo en Sevilla	48
Figura 5 Diagrama de Distribución de Fuerzas en Puente Atirantado.....	49
Figura 6 Dibujo de una Sección de Tablero de un Puente	50
Figura 7 Dibujo de un Puente en Suspensión Central.....	51
Figura 8 Dibujo de un Puente en Suspensión Lateral	51
Figura 9 Dibujo de un Puente en Suspensión en Tres Planos	52

Figura 10	Dibujo de un Puente Atirantado Tipo Arpa	52
Figura 11	Dibujo de un Puente Atirantado Tipo Abanico.....	53
Figura 12	Dibujo de un Puente Atirantado Tipo Semi-arpa	53
Figura 13	Dibujo de un Puente Atirantado Tipo Asimétrico	53
Figura 14	Dibujo de Tipos de Torres	54
Figura 15	Fotografía del Colapso del Topará - Chincha.....	56
Figura 16	Fotografía de la Eflorescencia en el Concreto	58
Figura 17	Fotografía de la Cangrejera en el Concreto	58
Figura 18	Fotografía de la Disgregación en el Concreto	59
Figura 19	Fotografía de las Grietas en el Concreto.....	59
Figura 20	Fotografía de la Corrosión del Concreto	60
Figura 21	Fotografía del Impacto de un Vehículo al Puente Villarán.....	61
Figura 22	Fotografía de la Degradación del Acero.....	62
Figura 23	Fotografía de Grieta en el Puente el Limón (Meta)	63
Figura 24	Fotografía del Desconchado en la Pintura	64
Figura 25	Fotografía de Fisuras en la Pintura	64
Figura 26	Fotografía de Ampollas en la Pintura	65
Figura 27	Fotografía de Suciedad en la Pintura	65
Figura 28	Mapa de Isoaceleraciones Espectrales con Periodo Estructural de 0.0 seg.	76
Figura 29	Mapa de Isoaceleraciones Espectrales con Periodo Estructural de 1.0 seg	77
Figura 30	Mapa de Isoaceleraciones Espectrales con Periodo Estructural de 0.2 seg	78
Figura 31	Fotografía del Terremoto en Yurimaguas - 2019	79
Figura 32	Ábaco para Determinar la Resistencia a Compresión del Concreto	81
Figura 33	Dibujo de las Características de Camión de Diseño	88
Figura 34	Grafico del Espectro de Respuesta.....	93
Figura 35	Dibujo de la Lectura del Espesor de Pintura	95
Figura 36	Dibujo de la Barra de Refuerzo CFRP y Refuerzo Adherido.....	98
Figura 37	Diagrama de Bloques en Viga con CFRP	99
Figura 38	Grafico del Factor de Reducción	102
Figura 39	Fotografía del Puente Solidaridad	108

Figura 40	Fotografía del Puente Balta.....	108
Figura 41	Fotografía del Puente de Piedra	109
Figura 42	Fotografía del Colapso del Puente Virú.....	110
Figura 43	Fotografía del Nuevo Puente Virú	110
Figura 44	Gráfico de Puente Afectados a Nivel Nacional - 2017.....	111
Figura 45	Dibujo del Colapso Puente Solidaridad	112
Figura 46	Fotografía Satelital de la Ubicación del Puente Comunero I	119
Figura 47	Plano de la Cuenca del Río Mantaro.....	120
Figura 48	Gráfico de Temperaturas Mínimas y Máximas	121
Figura 49	Gráfico de Precipitación Promedio	122
Figura 50	Dibujo del Perfil Longitudinal del Puente Comunero I	123
Figura 51	Fotografía Panorámica del Puente Comunero I	123
Figura 52	Dibujo en Planta del Puente Comunero I	124
Figura 53	Dibujo de la Elevación del Puente Comunero I	125
Figura 54	Dibujo en Planta del Estribo del Puente Comunero I	125
Figura 55	Dibujo de Elevación del Estribo del Puente Comunero I	125
Figura 56	Dibujo de la Sección Transversal del Tablero del Puente Comunero I	126
Figura 57	Fotografía de Fisuras en la Parte Inferior del Tablero	127
Figura 58	Fotografía de Fisuras en la Parte Superior del Tablero.....	128
Figura 59	Fotografía de Eflorescencia en el Tablero.....	128
Figura 60	Fotografía de Cangrejera en el Pílon.....	129
Figura 61	Fotografía del Desgaste de la Pintura	129
Figura 62	Fotografía del Desprendimiento de la Pintura	130
Figura 63	Fotografía del Desconchado de la Pintura	130
Figura 64	Fotografía del DRONE en el Área de Trabajo.....	131
Figura 65	Fotografía del DRONE con el equipo de trabajo	131
Figura 66	Fotografía de la Toma de Datos de la Batimetría.....	132
Figura 67	Fotografía de la Batimetría con el Equipo de Trabajo	132
Figura 68	Gráfico de la Sección Transversal 0+960.00.....	133
Figura 69	Gráfico de la Sección Transversal 0+840.00.....	133
Figura 70	Gráfico de la Sección Transversal 0+720.00.....	134
Figura 71	Dibujo de las Secciones Interpoladas	134

Figura 72 Dibujo en Planta del Terreno de Estudio.....	135
Figura 73 Delimitación de la Sub Cuenca del Río Mantaro	137
Figura 74 Gráfico de Histograma Histórico - Jauja.....	139
Figura 75 La Precipitación de Diseño para T= 100 Años, es 58.98 mm	140
Figura 76 La Precipitación de Diseño para T= 100 Años, es 62.47 mm	142
Figura 77 La Precipitación de Diseño para T= 100 Años, es 66.87 mm	143
Figura 78 La Precipitación de Diseño para T= 100 Años, es 67.65 mm	144
Figura 79 La Precipitación de Diseño para T= 100 Años, es 73.46 mm	146
Figura 80 Precipitación Máxima vs la Precipitación Máxima Corregida en los Diferentes Periodos de Retorno	147
Figura 81 Relación entre la Constante d y T.	150
Figura 82 Curva I-D-F de los Diferentes Periodos de Retorno	151
Figura 83 Curva I-D-F de un Periodo de Retorno de 100 Años.....	151
Figura 84 Hietograma de Precipitación de Diseño (T=100).....	153
Figura 85 Curva I-D-F de un Periodo de Retorno de 100 Años.....	153
Figura 86 Hietograma de Precipitación de Diseño (T=500).....	155
Figura 87 Modelo de las Subcuencas Medio Alto Mantaro y Unidad Hidrográfica 499691	155
Figura 88 Modelo Meteorológico Estación CO Jauja	156
Figura 89 Modelo de Control para la Simulación de Cuenca	157
Figura 90 Hidrograma de Salida de la Cuenca Mantaro	157
Figura 91 Carta Geológica Nacional	159
Figura 92 Fotografía de Calicata N°01	160
Figura 93 Fotografía de Calicata N°06	160
Figura 94 Fotografía del Ensayo de Granulométrico	161
Figura 95 Fotografía de la Separación de Muestras	161
Figura 96 Fotografía del Esclerómetro	163
Figura 97 Fotografía de la Esclerometría en el Estribo	163
Figura 98 Fotografía de la Esclerometría en el Pilón - Inferior	163
Figura 99 Fotografía de la Esclerometría en el Pilón - Superior.....	164
Figura 100 Fotografía de Medición de Espesores de Pintura	165
Figura 101 Datos Topográficos en Planta en HEC-RAS V5.0.7	166
Figura 102 Estaciones y Elevaciones Importados del AutoCAD Civil 3D	167

Figura 103 Sección Transversal Importado del AutoCAD Civil 3D.....	167
Figura 104 Parámetros Geotécnicos del D50 y el D95	168
Figura 105 Caudales de Diseño en el HEC-RAS V5.0.7.....	168
Figura 106 Pendiente del Río en el HEC-RAS V5.0.7.....	169
Figura 107 Datos Geométricos del Puente	169
Figura 108 Datos Geométricos del Pilón 1 y 2	170
Figura 109 Datos Geométricos del Estribo 1 y 2.....	170
Figura 110 Sección del Puente Comunero I en el HEC-RAS V5.0.7.....	171
Figura 111 Sección Transversal al Nivel del Puente $Tr=100$ años.....	171
Figura 112 Sección Transversal al Nivel del Puente $Tr=500$ años.....	172
Figura 113 Fraccionamiento de la Sección Transversal del Río.....	172
Figura 114 Distribución del Promedio de las Velocidades por Tramos en la Sección Transversal.....	173
Figura 115 Resumen de los Cálculos Hidráulicos del Puente Comunero I, con un Q medio.....	173
Figura 116 Resumen de los Cálculos Hidráulicos del Puente Comunero I ($Tr=100$ años)	174
Figura 117 Resumen de los Cálculos Hidráulicos del Puente Comunero I ($Tr=500$ años)	174
Figura 118 Perspectiva en 3D del Río Mantaro.....	175
Figura 119 Perfil Longitudinal del Espejo de Agua para los Diferentes Caudales	175
Figura 120 Flujo del Río Mantaro para un Q_{medio}	176
Figura 121 Flujo del Río Mantaro para $Tr=100$ años.....	176
Figura 122 Flujo del Río Mantaro para un $Tr=500$ años.....	177
Figura 123 Curva de Caudal vs. El tirante Máximo a la Altura BR U del Puente	177
Figura 124 Parámetros Geotécnicos para la Modelación de la Socavación por Contracción.....	178
Figura 125 Velocidad de Caída (w)	178
Figura 126 Parámetros para la Modelación de la Socavación en los Pilares	179
Figura 127 Gráfico de Profundidad de Socavación para un $Q_{med}=228.97$ m ³ /s.	179

Figura 128 Reporte del Diseño Hidráulico de Qmed -Profundidad de Socavación	180
Figura 129 Gráfico de Profundidad de Socavación para un Tr=100 años.....	181
Figura 130 Reporte del Diseño Hidráulico Tr=100 años-Profundidad de Socavación.....	181
Figura 131 Gráfico de Profundidad de Socavación para un Tr=500 años.....	182
Figura 132 Reporte del Diseño Hidráulico Tr=500 años - Profundidad de Socavación.....	183
Figura 133 Gráfico de la Curva de Variación del Caudal vs Socavación de los Pilares	184
Figura 134 Gráfico de la Curva de Variación del Caudal vs Socavación del Estribo Derecho	184
Figura 135 Gráfico de la Curva de Variación del Caudal vs Socavación del Estribo Izquierdo	185
Figura 136 Datos Ingresados del Tablero	188
Figura 137 Vista de Cable de la Margen Izquierda	189
Figura 138 Vista de Cable de la Margen Derecha.....	189
Figura 139 Vista de Torre con Tirantes Semi-Arpa	189
Figura 140 Modelo Matemático del Puente Comunero I	191
Figura 141 Vista de las Torres	191
Figura 142 Modelo Matemático de la Torre.....	192
Figura 143 Modelo Matemático del Puente Comunero I – Vista 3D.....	192
Figura 144 Carga Móvil Vehicular del HL-93.....	193
Figura 145 Carga Móvil Vehicular del Tándem	193
Figura 146 Carga del Carril de Diseño en la Losa.....	194
Figura 147 Incremento por Carga Dinámica (Im)	194
Figura 148 Cargas Peatonal (PI).....	195
Figura 149 Grafico del Espectro de Respuesta.....	196
Figura 150 Gráfico de Aceleración del Sismo de 15 de Agosto del 2007 en Ica, Componente EW	197
Figura 151 Gráfico de Aceleración del Sismo de 15 de Agosto del 2007 en Ica, Componente NS.....	197

Figura 152 Gráfico de Aceleración del Sismo de 23 de Junio del 2001 en Moquegua, Componente EW	197
Figura 153 Gráfico de Aceleración del Sismo de 23 de Junio del 2001 en Moquegua, Componente NS.....	197
Figura 154 Gráfico de Aceleración del Sismo de 03 de Octubre de 1974 en el Cercado de Lima en Lima, componente EW	198
Figura 155 Gráfico de Aceleración del Sismo de 03 de Octubre de 1974 en el Cercado de Lima en Lima, Componente NS.....	198
Figura 156 Gráfico de Aceleración del Sismo de 17 de Octubre de 1966 en Lima, Componente EW	198
Figura 157 Gráfico de Aceleración del Sismo de 17 de Octubre de 1966 en Lima, Componente NS.....	198
Figura 158 Gráfico de Escalamiento del Sismo.....	199
Figura 159 Momento Flector del Caso 16 – Losa sin CFRP	201
Figura 160 Esfuerzo Cortante del Caso 16 – Losa sin CFRP	202
Figura 161 Fuerza a Compresión del Caso 16 – Losa sin CFRP.....	203
Figura 162 Fuerza a Tracción del Caso 16 – Losa sin CFRP	204
Figura 163 Reacciones del Peso Propio (DC) – Losa sin CFRP	205
Figura 164 Reacciones de la Carga Muerta (DW) – Losa sin CFRP.....	206
Figura 165 Reacciones de la Carga Peatonal (PL) – Losa sin CFRP	206
Figura 166 Reacciones de la Carga Vehicular (LL) – Losa sin CFRP	207
Figura 167 Reacciones de la Fuerza de Frenado (BR) – Losa sin CFRP	208
Figura 168 Reacciones de la Carga de Viento (WS) – Losa sin CFRP.....	209
Figura 169 Deformación de Losa del Caso 16 - Losa sin CFRP.....	210
Figura 170 Deformación de Viga del Caso 16- Losa sin CFRP.....	211
Figura 171 Esfuerzo Cortante de Viga del Caso 16 - Losa sin CFRP.....	216
Figura 172 Deformación de la Viga Longitudinal Externa del Caso 16 - Losa sin CFRP.	222
Figura 173 Deformación de la Viga Longitudinal Intermedia del Caso 16 - Losa sin CFRP.....	223
Figura 174 Deformación de la Viga Transversal 0+150 del Caso 16 - Losa sin CFRP.	224
Figura 175 Tensión Axial (Fx) del Caso 16 de los Cables – Losa sin CFRP.	228

Figura 176 Momento (Mx) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP	234
Figura 177 Momento (My) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP.....	234
Figura 178 Momento (Mz) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP	235
Figura 179 Esfuerzo (Fx) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP	240
Figura 180 Esfuerzo (Fy) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP	241
Figura 181 Esfuerzo (Fz) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP	241
Figura 182 Momento Flector del Caso 16 – Losa con CFRP	248
Figura 183 Esfuerzo Cortante del Caso 16 – Losa con CFRP	249
Figura 184 Fuerza a Compresión del Caso 16 – Losa con CFRP.....	250
Figura 185 Fuerza a Tracción del Caso 16 – Losa con CFRP	251
Figura 186 Reacciones de la Combinación de Carga Caso 16 - Losa con CFRP.	256
Figura 187 Deformación del Caso 16 - Losa con CFRP.	257
Figura 188 Deformación del Caso 16- Losa con CFRP.	259
Figura 189 Esfuerzo Cortante de Viga del Caso 16 - Losa con CFRP	263
Figura 190 Deformación de la Viga Longitudinal Externa del Caso 16 - Losa con CFRP.	269
Figura 191 Deformación de la Viga Longitudinal Intermedia del Caso 16 - Losa con CFRP.....	270
Figura 192 Deformación de la Viga Transversal 0+150 del Caso 16 - Losa con CFRP.	272
Figura 193 Tensión Axial (Fx) del Caso 16 de los Cables – Losa con CFRP	276
Figura 194 Momento (Mx) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP.....	281
Figura 195 Momento (My) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP.....	282
Figura 196 Momento (Mz) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP.....	282
Figura 197 Esfuerzo (Fx) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP	288
Figura 198 Esfuerzo (Fy) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP	288
Figura 199 Esfuerzo (Fz) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP	289
Figura 200 Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 0.53 Hz	295
Figura 201 Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 0.83 Hz	295
Figura 202 Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 0.95 Hz	295
Figura 203 Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 0.99 Hz	296
Figura 204 Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 1.30 Hz	296

Figura 205 Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 1.45 Hz	296
Figura 206 Momento de Losa – Sismo X	298
Figura 207 Esfuerzo Cortante de Losa – Sismo X	299
figura 208 Esfuerzo a Compresión de Losa – Sismo X.....	299
Figura 209 Esfuerzo a Tracción de Losa – Sismo X	299
Figura 210 Deformación de Losa – Sismo X.....	300
Figura 211 Momento de Viga – Sismo X.....	302
Figura 212 Momento de Viga – Sismo Y.....	302
Figura 213 Esfuerzo Cortante de Viga– Sismo X.....	302
Figura 214 Esfuerzo Cortante de Viga– Sismo Y	303
Figura 215 Deformación de Viga Longitudinal – Sismo X	303
Figura 216 Deformación de Viga Longitudinal – Sismo Y	303
Figura 217 Deformación de Viga Transversal – Sismo X.....	304
Figura 218 Deformación de Vigas Transversal - Sismo Y.....	304
Figura 219 Esfuerzo de Cables – Sismo X.....	307
Figura 220 Esfuerzo de Cables – Sismo Y.....	307
Figura 221 Tensión Normal de Cables – Sismo X.....	307
Figura 222 Tensión Normal de Cables – Sismo Y.....	308
Figura 223 Esfuerzo de Torre – Sismo X	310
Figura 224 Esfuerzo de Torre – Sismo Y	310
Figura 225 Esfuerzo de Torre – Sismo X	310
Figura 226 Esfuerzo de Torre – Sismo Y	311
Figura 227 Esfuerzo de Torre – Sismo X	311
Figura 228 Esfuerzo de Torre – Sismo Y	311
Figura 229 Momento de Torre – Sismo X	312
Figura 230 Momento de Torre – Sismo Y	312
Figura 231 Momento de Torre – Sismo X	312
Figura 232 Momento de Torre – Sismo Y	313
Figura 233 Momento de Torre – Sismo X	313
Figura 234 Momento de Torre – Sismo Y	313
Figura 235 Gráfico de Desplazamiento del Puente según del Sismo de 17 de Octubre de 1966 en Lima, Componente NS.	314

Figura 236 Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 17 de Octubre de 1966 en Lima, Componente EW.	314
Figura 237 Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 03 de Octubre de 1974 en el Cercado de Lima en Lima, Componente NS.	315
Figura 238 Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 03 de Octubre de 1974 en el Cercado de Lima en Lima, Componente EW.....	315
Figura 239 Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 23 de Junio del 2001 en Moquegua, Componente NS.....	315
Figura 240 Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 23 de Junio del 2001 en Moquegua, Componente EW.....	316
Figura 241 Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 15 de Agosto del 2007 en Ica, Componente NS.....	316
Figura 242 Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 15 de Agosto del 2007 en Ica, Componente EW.	317
Figura 243 Deflexión en el Software AUTODESK ROBOT	321
Figura 244 Curva de Deflexión de Losa sin CFRP vs. con CFRP.....	322
Figura 245 Curva de Deflexión de Viga Longitudinales en los Extremos de Losa sin CFRP vs. con CFRP.....	322
Figura 246 Curva de Deflexión de Viga Longitudinales Intermedias de Losa sin CFRP vs. con CFRP	323
Figura 247 Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+000 de Losa sin CFRP vs. con CFRP	323
Figura 248 Curva de deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+035 de Losa sin CFRP vs. con CFRP	324
Figura 249 Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+070 de Losa sin CFRP vs. con CFRP	324
Figura 250 Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+150 de Losa sin CFRP vs. con CFRP	325
Figura 251 Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+230 de Losa sin CFRP vs. con CFRP	325
Figura 252 Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+265 de Losa sin CFRP vs. con CFRP	326

Figura 253 Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+300 de Losa sin CFRP vs. con CFRP	326
Figura 254 Análisis Pushover de la Torre 01	329
Figura 255 Análisis Pushover de la Torre 02	329

RESUMEN

La investigación parte de la problemática: ¿Cuál es la condición real del puente comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?, del cual el objetivo principal consiste en: Determinar la condición real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020; e hipótesis principal: La condición real del puente de Comunero I es confiable después de su rehabilitación, región Junín 2020.

Respecto a la metodología, el tipo de investigación utilizado será cuantitativo de tipo de investigación aplicativo, de nivel explicativo y diseño: cuasi experimental; se tendrá de muestra los componentes del puente Comunero I.

Del cual el presente proyecto de investigación, se desarrollará de acuerdo a los resultados y conclusiones respectivamente.

Palabras claves: Evaluación, rehabilitación, reparación, reforzamiento, conservación, socavación y patología.

ABSTRACT

The research starts with the problem: How will the evaluation of the Comunero I bridge allow to know the real condition of the bridge after its rehabilitation, Junín Region -2020? Of which the main objective consists of: Determining the real condition of the Comunero I bridge after its rehabilitation, Junín 2020 region; and main hypothesis: The real condition of the Comunero I bridge is better after its rehabilitation, Junín 2020 region.

Regarding the methodology, the type of research used will be quantitative of the type of applicative research, explanatory level and design: quasi-experimental; The components of the Comunero I bridge will be taken as a sample.

Keywords: Evaluation, rehabilitation, repair, reinforcement, conservation, scouring and pathologies.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis de investigación se enfocó en el puente Comunero I, ubicado en el Río Mantaro entre las localidades de Auquimarca y Tres de Diciembre, Distritos de Chilca y Tres de Diciembre, Provincias de Huancayo y Chupaca del Departamento de Junín, en la ciudad de Huancayo es el primer puente de gran extensión y vistoso, por medio de la empresa SIMA (Servicios Industriales de la Marina) se ejecutó el proyecto por encargo del GRJ (Gobierno Regional de Junín).

El proyecto: “Construcción del Puente sobre el Río Mantaro, Distritos de Chilca y Tres de Diciembre, Provincias de Huancayo y Chupaca-Departamento de Junín”, es una obra de gran envergadura en la que intervinieron profesionales de las diferentes especialidades para su ejecución, proceso que debió llevarse el control adecuado en las diferentes etapas del proceso constructivo. Proceso que se llevó a cabo con deficiencia, por ello, el puente presentó anomalías al término de su ejecución, ocasionando adicionales para el tratamiento de fisuras en la losa de concreto del puente.

Los trabajos de rehabilitación (tratamiento de fisuras en la losa) del Puente Comunero I implico los siguientes aspectos: el refuerzo de la cara superior de la losa empleó barras de fibra de carbono y el refuerzo de la cara inferior láminas de fibra de carbono, sellando la superficie con MAPEWRAP.

La investigación abarcará en la evaluación hidráulica, estructural y control de calidad de la pintura. La evaluación hidráulica es necesaria para comparar y actualizar los resultados de la socavación, para eso se realizarán estudios previos como: levantamiento topográfico, hidrológico, geotécnico, recopilando los datos necesarios para la modelación hidráulica, para ello se procesará en el software HECRAS VS.15. La evaluación estructural considera al esclerómetro uno de los ensayos para determinar la resistencia del concreto; teniendo como base la recopilación de la resistencia de cada elemento compuesto de los diferentes materiales, por ende, el análisis de cada elemento consiste en verificar su estabilidad expuesto a cargas permanentes, cargas variables o eventos extremos (sismo), para lo cual se hará uso del software Autodesk Robot Structural 2018. Para el control de calidad de la pintura se

realizará una inspección de campo así detectar las patologías existentes en todo el tramo del puente y realizando el ensayo de la medición del espesor de la pintura, del cual compararemos los resultados con las normas que comprometen a esta.

La presente tesis consta de cuatro capítulos, de los cuales se detallarán respectivamente en el transcurso de la investigación:

Primer capítulo: Se detallará el planteamiento del problema de la investigación de acuerdo al objeto de estudio, y por ende se tendrán objetivos a los cuales se deberían llegar. Implicará de la delimitación y formulación del problema, justificación, y objetivos.

Segundo capítulo: Se elaborará un amplio desarrollo del marco teórico con respecto al tema de investigación, así esclareciendo las bases teóricas y se puntualizarán las hipótesis y variables a partir del planteamiento del problema de la investigación.

Tercer capítulo: Se desarrollará la metodología de la investigación donde se detallarán el procedimiento y los cálculos para la evaluación del Puente Comunero I en el área estructural, hidráulica y control de calidad luego de su rehabilitación, permitiéndose verificar el estado real en la que se encontraba el puente.

Cuarto capítulo: Se obtendrán los resultados y la contrastación de hipótesis, luego de la evaluación y análisis del Puente Comunero I.

Quinto capítulo: Se realizarán las discusiones de los resultados con respecto a los resultados, teniendo a consideración las bibliografías analizadas y el reglamento respectivo.

Esperamos que la elaboración de la presente tesis constituya un aporte a la ingeniería civil.

Bach. Vargas Ramos, Juan Carlos & Bach. Chanca Tejeda, Maryorit.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

Siendo Huancayo una provincia en vías de desarrollo, requiere construir puentes de diversas características, que permitan un intercambio sociocultural y económico entre los distritos; factor necesario para el desarrollo. Actualmente la provincia de Huancayo y Chupaca cuenta con el segundo puente más largo del Perú (Puente Comunero I), el que une los distritos de Chilca y Tres de Diciembre.

El Puente Comunero I es de tipo atirantado de infraestructura mixta (concreto y acero), obra de gran envergadura ubicado en las localidades de Auquimarca y Tres de Diciembre, Distritos de Chilca y Tres de Diciembre, Provincias de Huancayo y Chupaca del Departamento de Junín., comprende las siguientes características: el puente tiene una longitud total de 300.00 m (de tres tramos 70 m, 160 m y 70 m), el tablero de concreto armado abarca un ancho total de 11.60 m y con un espesor de 0.225 m , el tablero se compone de perfiles de acero transversales y longitudinales, estando soldados y empernados entre sí, soportado por 48 tirantes o cables strands de tipo semi-arpa que transfieren las cargas a los pilones tipo H .

En el año 2012, inició la ejecución del proyecto denominado: “Construcción del Puente sobre el Río Mantaro, Distritos de Chilca y Tres de Diciembre, Provincias de Huancayo y Chupaca- Departamento de Junín”, durante el proceso constructivo tuvo dificultades, viéndose inconclusa y paralizada; provocando anomalías estructurales en la losa

de concreto armado, por esta razón en el año 2016, la empresa SIMA analizó las causas de la excesiva fisuración producida en la losa, realizando estudios para el mejoramiento y tratamiento del Puente Comunero I. La empresa ejecutora trató las fisuras de la losa, consistiendo en: la inyección de las fisuras para devolver el monolitismo y la capacidad mecánica a la losa, el refuerzo de la cara superior de la losa empleando armadura de refuerzo de fibra de carbono, el refuerzo de la cara inferior de la losa utilizando láminas de refuerzo de fibra de carbono, y la impermeabilización y protección adicional de la losa de concreto; la rehabilitación tuvo un enfoque estructural para mantener la estabilidad del puente ante eventos extremos, así mismo garantizando su vida útil.

Los problemas principales para la investigación se abordan en un tema de importancia para el crecimiento en la construcción de este tipo de puentes. Entendida como una obra de significación para la comunidad, la correcta evaluación de la condición actual del Puente Comunero I, posibilitará la ampliación de conocimientos en el área de ingeniería civil, esta investigación implica la metodología del análisis a seguir en este caso.

Es necesario la evaluación, debido a las condiciones que presentó el Puente Comunero I; para ello, se realizará una evaluación hidráulica, estructural y el control de calidad de la pintura, permitiéndonos verificar su actual condición luego de la rehabilitación del puente.

Es importante resaltar que las estructuras viales y principalmente en los puentes, deberían ser evaluados periódicamente, y contar con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo aplicando normas y procedimientos técnicos actualizados, que permitan detectar a tiempo las fallas en su fase inicial, evitando daños en la estructura que sean perjudiciales. Así se, reducirían los gastos para los gobiernos locales y regionales, ya que, con las prevenciones y correcciones periódicas, los puentes se mantendrán en condiciones óptimas para el usuario y comunidad en general.

1.2. Formulación y Sistematización del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la condición real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es la situación hidrológica real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?
- b) ¿Cómo es la condición estructural real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?
- c) ¿Cuáles son las patologías encontradas en el puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?
- d) ¿Cuál es la situación real de la pintura del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?

1.3. Justificación

1.3.1. Practica o Social

Esta propuesta empieza a partir de la necesidad de conocer la condición real del puente Comunero I, con el fin de evaluar la problemática que enfrenta la infraestructura en general. Asimismo, el puente está en beneficio y al servicio de la sociedad.

1.3.2. Científica o Teórica

Es evidente concientizar que un puente es importante, porque beneficia económicamente a las localidades aledañas, por esta razón se realizará la investigación de la evaluación del puente Comunero I para su conservación.

1.3.3. Metodológica

La evaluación del puente Comunero I se verá en el desarrollo de la tesis; siendo de aporte para el desarrollo del conocimiento para este tipo de puente. La intención es determinar la condición actual de la infraestructura en general, después de su rehabilitación, siendo un aporte científico para los ingenieros.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

El proyecto de investigación tomara como testigo al puente Comunero I, el cual cruza el Río Mantaro, ubicado sobre la prolongación de la Av. Leoncio Prado, cuya ruta conecta la capital de la provincia de Huancayo (distrito de Chilca) con la provincia de Chupaca (distrito de Tres de Diciembre) de la Región Junín.

1.4.2. Temporal

El proyecto de investigación está previsto en un periodo de duración de dos años, tiempo necesario para realizar la evaluación de los elementos que conforman el puente atirantado.

1.4.3. Económica

La capacidad financiera para desarrollar la tesis de investigación se asumió por los tesisistas sin contar con el apoyo económico externo.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Limitación Espacial

La investigación tuvo como limitación espacial que está referida a las condiciones de la zona como el caudal, el tipo de estructura utilizada los agregados empleados, la densidad vehicular y los criterios topográficos propios del valle.

1.5.2. Limitación Temporal

La investigación tuvo como limitación temporal desde el proceso de rehabilitación hasta noviembre del 2020 para verificación y control del comportamiento de la estructura.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Determinar la condición real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020.

1.6.2. Objetivos Específicos

- a) Calcular la situación hidrológica real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020.
- b) Evaluar la condición estructural real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020.
- c) Analizar las patologías del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020.
- d) Evaluar la situación real de la pintura del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Contreras Pérez & Reyes Ravelo (2014) en su tesis “Evaluación, diagnóstico patológico y propuesta de intervención del puente Romero Aguirre” tuvo como finalidad realizar la identificación y la evaluación de las patologías encontradas en el Puente Romero Aguirre. La investigación se apoyó en documentales y estudios de campo que mostraban las fallas de la infraestructura, para obtener resultados más detallados realizó una inspección visual y detallada, principalmente de los elementos que ponen en riesgo su función, del mismo modo otros componentes no estructurales que lo conforman estarían en un estado de deterioro, permitiendo así el deprendimiento del material. Se determinó del diagnóstico patológico realizar propuestas de intervención para la recuperación del puente.

Gutierrez Gracia (2016) en su tesis “Respuesta estructural de un puente de tirantes de gran luz variando las condiciones de los vanos laterales” tuvo como finalidad analizar el comportamiento estructural de los puentes de gran luz con tableros anchos. La investigación tuvo en consideración las características de los puentes atirantados de dimensiones grandes, partiendo de los avances tecnológicos que poseen, de la misma manera considerando la variación de vanos laterales, utilizándolos en sus análisis con el método de voladizos sucesivos. Se determina del comportamiento estructural de este tipo de puentes, analizar los efectos aeroelásticos y la respuesta no lineal de los tirantes con el fin controlar la eventualidad de deformaciones ante las sobrecargas.

Muñoz Lozano (2018) en su tesis “Estudio de la erosión local en pilas de puentes. Aplicación al puente de la N-II Río Tordera” tuvo como finalidad el estudio de la erosión local de la subestructura que compromete la funcionalidad del puente. La investigación se apoyó en estudios de erosión fluvial que le permitan conocer el transporte de los sedimentos en los ríos considerando la forma de fondo del río, el equilibrio del lecho fluvial, clasificación y cuantificación de transporte de sedimentos, factores usados en una comparativa con una metodología teórica de cálculo de erosión. Se determinó que manteniendo la velocidad del agua de manera constante y los números de Froude se obtienen resultados más exactos y desfavorables.

López Salamea (2018) en su tesis “Diagnóstico y propuesta de intervención del puente Ochoa León” tuvo como finalidad analizar las variantes que presenta el estado del puente Ocho León y proponer la actuación inmediata ante los daños. La investigación se enfocó en realizar la inspección visual a fin de identificar las causas de los daños en los estribos y vigas del tablero. Se determinó del diagnóstico de la condición encontrada del puente debería ser intervenida para realizar las reparaciones correspondientes.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

De la Cruz Sulca (2012) en su tesis “Diseño estructural de puentes atirantados con refuerzo de fibras de carbono expuestos en zonas de alto grado de corrosión” señaló el objetivo de diseñar estructuralmente el reforzamiento con fibra de carbono en los sectores de elevado nivel de corrosión para puentes atirantados, por ello evaluó un puente atirantado de una longitud de 120m de luz con 08 tirantes, en el programa SAP 2000 v14.0, así mismo comparó al puente con cables de fibra de carbono y con cables de acero estructural típico. Determinando que los cables de fibra de carbono tienen una resistencia a tracción casi 3 veces más a los cables de acero, además es eficiente y económico.

Mayhua Matamoros (2014) sostuvo en su tesis “Evaluación del colapso del Puente Atirantado Yanango – Tarma – Junín”, que el objetivo de su investigación es determinar los factores que contribuyeron al colapso del puente atirantado Yanango, por esta razón realizó los estudios básicos para el puente (topografía, geología, hidrológica y estructural), empleando los

programas SAP2000 y HEC-HMS 3. Finalizando que el colapso del puente Yanango se dio por la mala ubicación de esta, así mismo influyó la topografía

Felipe Matías (2016) en su tesis "Socavación producida por el río huallaga al puente colpa alta en la provincia de huánuco, utilizando los métodos de artamanov, straub y maza, en el HEC-RAS" señaló como objetivo aplicar los tres métodos de Artamanov, Straub y Masa para determinar los distintos tipos de socavación en la zona de estudio, para lo cual utilizó los parámetros hidráulicos del HEC-RAS realizando los estudios hidráulicos y geomorfológicos. Concluyendo que su tesis será de alcance para los ingenieros que requieran entender sobre la socavación de un puente o de las defensas ribereñas.

Caballero Talledo (2019) sostuvo en su tesis "Evaluación por desempeño hidraulico y estructura del puente pasamayito antes maximas avenidas", evaluar al puente Pasamayito de modo hidráulico y estructural frente a las avenidas máximas, por este motivo el puente en la parte estructural fue modelado en un programa que analizó los desplazamientos, verificó los momentos y la flecha máxima, además con respecto a la parte hidráulica evaluó la socavación local y general de la estructura. Finalizando que la socavación local es superior a la socavacion general, los momentos, flechas y desplazamientos de la estructura son aceptables.

Blas Francia & Sosa Altamiza (2019) en su tesis "Evaluación del desempeño sísmico bajo el método de análisis estático no lineal pushover, caso puente riecito ubicado en el Distrito de Bellavista - Piura", tuvo como objetivo evaluar y analizar el comportamiento sísmico del puente Riecito según el grado de rendimiento, de manera que calculó con ayuda del programa CSIBRIDGE V.20.2. el análisis estático no lineal Pushover, haciendo uso de la norma AASHTO. Así teniendo como resultado final ante un sismo su estado límite de la estructura para un tiempo de retorno de 1000 años es de ocupación inmediata y para un tiempo de retorno de 475 años es de punto de fluencia sin deformación en la rótula.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Puente Atirantado

Los puentes atirantados tienen el tablero suspendido de uno o varios pilones mediante tirantes, que concurren a los pilones. Este tipo de estructura son empleadas para salvaguardar los obstáculos naturales y artificiales como: los ríos, valles, lagos o brazos de mar, vías férreas y carreteras, con el fin de dar continuidad a los caminos de viajeros y propiciar transporte, entre otros. Para la evaluación del estado de puentes existentes (diagnostico) es indispensable conocer sobre sus diferentes componentes y tipologías.

2.2.2. Tipos de Puentes Atirantados

2.2.2.1. Puente atirantado de torre lateral

El puente atirantado de torre lateral, tiene ubicado la torre a un lado del tablero (longitudinal), su diseño permite que las pistas sean algo curvas. Como se pueden ver en las figuras 1 y 2, los tirantes del puente que salen del tablero van hasta la torre, y en vez de continuar hasta un contrapeso, están unidos a una misma torre.

Figura 1

Fotografía del Puente Atirantado de Torre Lateral en Taiwán (Puente del Amor)



Nota: Adaptado de Puente atirantado de pylon lateral, por Municipio de Envigado, 2017, <http://ropa.kosmostvsat.ru/puente-atirantado-de-pilon-lateral/>

Figura 2

Fotografía del Puente Atirantado de Torre Lateral en Jerusalén



Nota: Adaptado del Puente Atirantado de Jerusalén, por Italy Barlev, 2016, <http://israeladentro.com/tren-ligero-de-jerusalen/>

2.2.2.2. Puente atirantado asimétrico

El puente atirantado asimétrico, son similares a los puentes atirantados normales como se puede ver en la figura 3, con la diferencia que la torre hace de contrapeso del puente y está situada en un extremo del puente, al cual llegan los tirantes del tablero, y estas ancladas hasta unos contrapesos.

Figura 3

Fotografía del Puente Atirantado Asimétrico. SNP Bridge – Novy most



Nota: Adaptado del Puente SNP sobre el Danubio, por Deposiphotos, 2016, <https://sp.depositphotos.com/120551900/stock-photo-snp-bridge-across-the-danube.html>

2.2.2.3. Puente atirantado de torre contrapeso

El puente atirantado de torre contrapeso es similar al puente atirantado asimétrico como se puede apreciar en la figura 4, con la diferencia que la torre esta inclinada con un ángulo considerable, produciéndose un contrapeso por peso propio de la torre, el cual compensa la tracción producida por el tablero.

Figura 4

Fotografía del Puente del Alamillo en Sevilla



Nota: Pionero del tipo de puente atirantado de torre contrapeso. Adaptado de la vista nocturna del Puente del Alamillo, por danmoylop, 2013, <https://sevillaaenretales.wordpress.com/2013/11/22/el-puente-del-alamillo-que-nunca-se-construyo/>

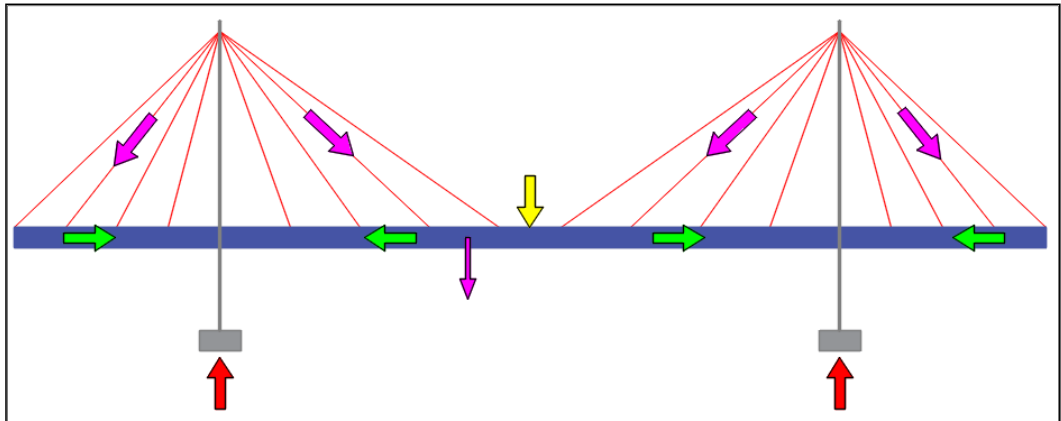
2.2.3. Características de los Puentes Atirantados

Los puentes atirantados, tiene tres componentes: el tablero, los tirantes y las torres; por lo que, el tablero se encuentra suspendido de uno o varias torres mediante los tirantes.

Para el diseño de estos tipos de puentes, la relación que existe entre sus componentes es directa, de tal forma que las cargas se distribuyen de la siguiente manera, como se puede notar en la figura 5, el peso propio del tablero y las carga que está sobre este, se transmite a los tirantes, además ya que estos son diagonales en cada dovela del tablero se obtiene una fuerza de compresión, así mismo, los tirantes transmiten las fuerzas a la(s) torre(s), y finalmente esta(s) transmiten las fuerzas a la cimentación.

Figura 5

Diagrama de Distribución de Fuerzas en Puente Atirantado



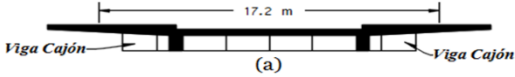
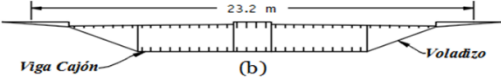
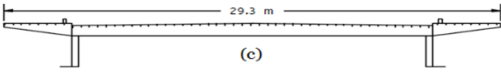
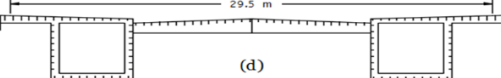
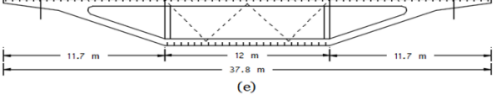
Nota: Adaptado de características de un puente atirantado (p.32), por Ricardo Pérez y Marco Manzano, 2012

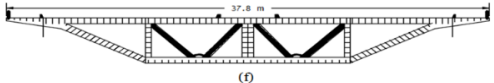
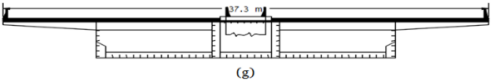
2.2.3.1. Características del tablero

El tablero soporta el tráfico vehicular y peatonal, resistiendo los componentes horizontales (de compresión) que le transmiten los tirantes al tablero. Estas componentes soportan directamente las cargas móviles de los vehículos. Según la tabla 1 se observan las secciones transversales típicas de los puentes atirantados.

Tabla 1

Secciones Típicas de Puentes Atirantados

Puente	Tablero	Imagen
Büchenauer	Compuesto de hormigón y dos vigas cajón de acero	
Julicherstrasse	Placa ortotropica, viga cajon y voladizos laterales.	
Knirbrücke	Placa ortotropica y dos vigas de alma llena	
Severn	Placa ortotropica y dos vigas cajon	
Maxau	Tablero de placa ortotropica	

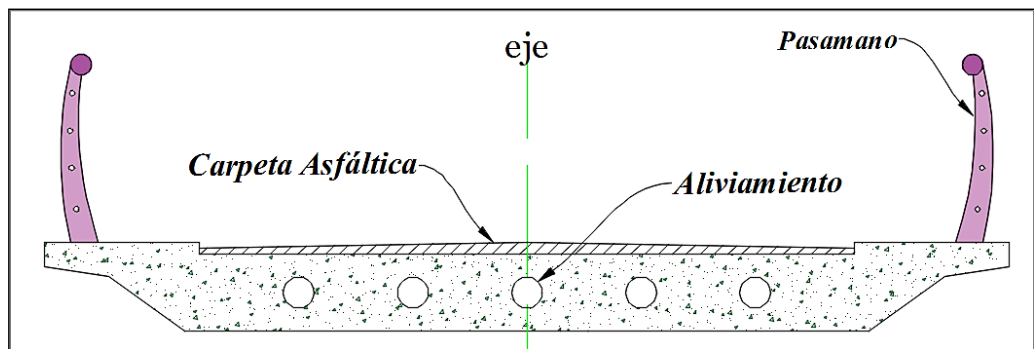
Puente	Tablero	Imagen
Levenkusen	Placa onotrópica, viga cajón y voladizos laterales	
Lower Yarra	Compuesto de hormigón, dos vigas cajón y voladizos laterales	

Nota: La tabla se adaptó con la figura de tipos de puentes atirantados, por Ing. Civil, 2011, <https://www.cuevadelcivil.com/2011/03/tipos-de-puentes-atirantados.html>

El peralte de la sección transversal del tablero depende de la disposición de los tirantes, cuanto mayor es la distancia entre cables, el peralte debe ser mayor, debido a que se necesita soportar las cargas y controlar las deformaciones.

Figura 6

Dibujo de una Sección de Tablero de un Puente



Nota: Elaboración Propia

2.2.3.2. Características de los tirantes (obenques)

Los tirantes son cables rectos que atirantan el tablero, son como un medio de apoyo cuasi continuo y elástico del tablero.

Los cables se pueden clasificar de diversas maneras; según la longitud o luz del puente. De acuerdo con Valdebenito & C. Aparicio (2005) la disposición de los tirantes de dos tipos de sistemas. (por su sistema de suspensión y por su forma de distribución)

A. Por su sistema de suspensión

Los aspectos fundamentales para analizar el diseño de un puente atirantado son: la distribución y el sistema de suspensión, ya que afecta al comportamiento y desempeño estructural del puente, sus dimensiones, los métodos constructivos y el costo total de construcción.

Para el diseño de los diferentes tipos de suspensión principalmente dependen del ancho del tablero y la rigidez, para que este pueda soportar cargas torsionales.

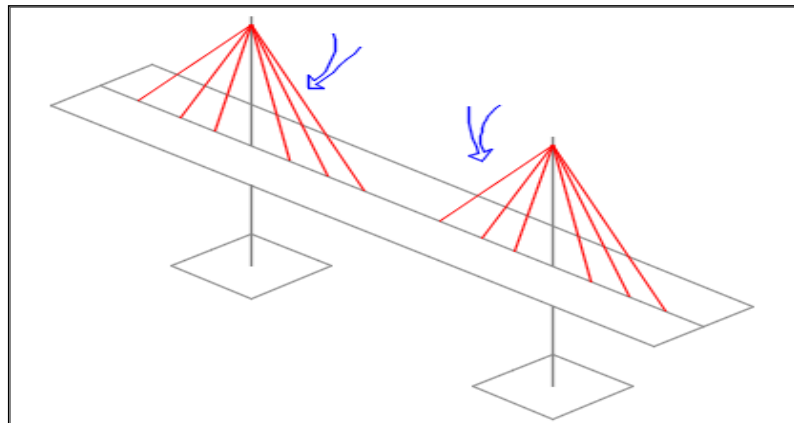
Los sistemas de suspensión en general, son:

- De suspensión central

Las torres se encuentran al centro del tablero., al cual los cables llegan.

Figura 7

Dibujo de un Puente en Suspensión Central



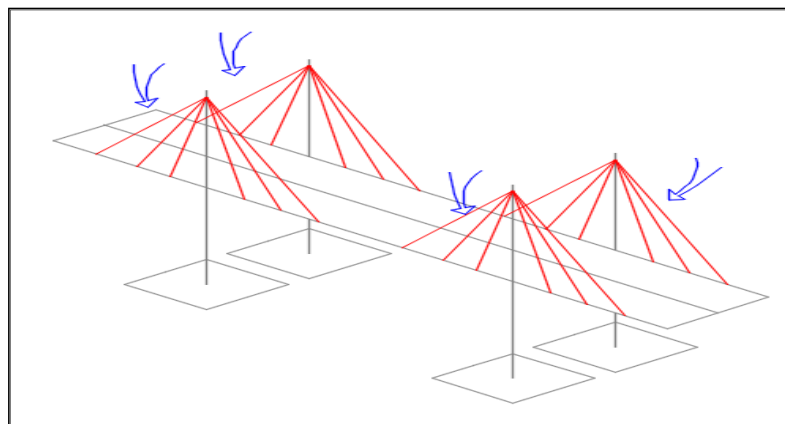
Nota: Elaboración Propia

- De suspensión lateral

Las torres se encuentran a los lados del tablero, es más eficiente en razón de que aumenta la rigidez torsional y de flexión transversal del sistema. La mayoría de los puentes atirantados tienen este tipo de sistema.

Figura 8

Dibujo de un Puente en Suspensión Lateral



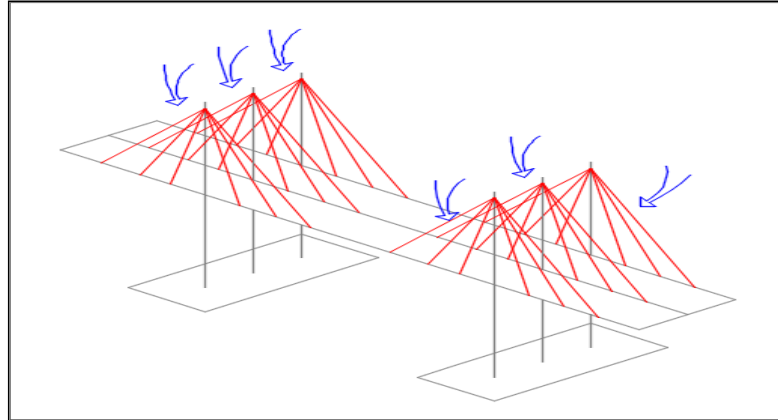
Nota: Elaboración Propia

- De suspensión en tres planos

Las torres se encuentran al centro y a los lados del tablero, son muy poco utilizados. De acuerdo con Walter R. (1999) que la suspensión en tres planos pueden ser una solución para tableros muy anchos y/o puentes de luz muy largos, donde la flexión transversal pueda gobernar el diseño del tablero.

Figura 9

Dibujo de un Puente en Suspensión en Tres Planos



Nota: Elaboración Propia

A. Por su forma de distribución de los tirantes

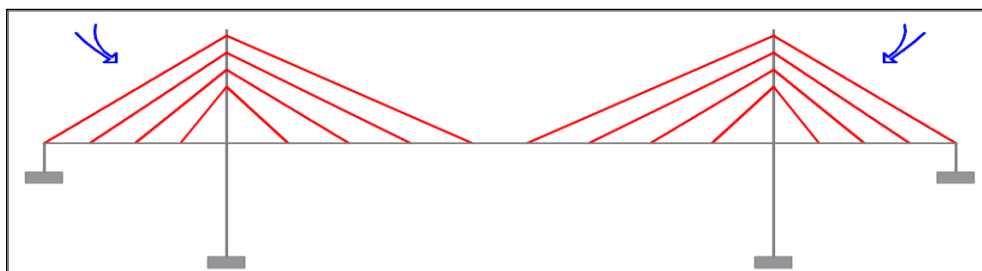
La distribución geométrica de los cables u obenques es fundamental para el diseño de los puentes atirantados. Por lo general se consideran cuatro diferentes tipos de diseño:

- **Tipo arpa**

Los cables son paralelos.

Figura 10

Dibujo de un Puente Atirantado Tipo Arpa



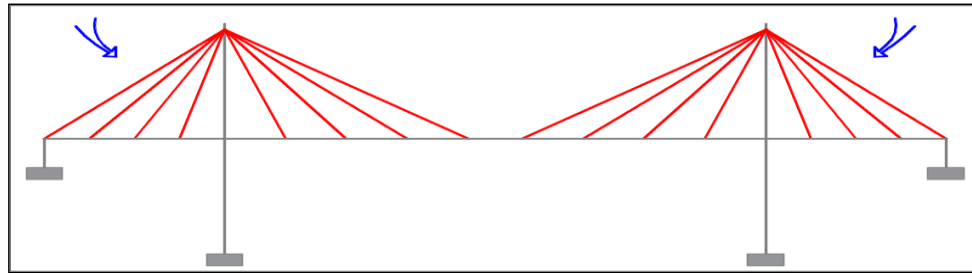
Nota: Elaboración Propia

- **Tipo abanico**

Los cables están desplazados desde la parte alta de las pilas, teniendo una distribución simétrica.

Figura 11

Dibujo de un Puente Atirantado Tipo Abanico



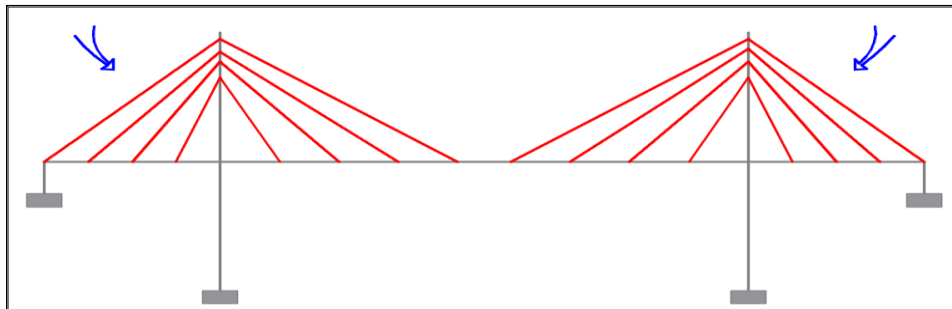
Nota: Elaboración Propia

- **Tipo semi-arpa.**

Los cables no son paralelos, así optimizando la distribución de cargas con el tamaño de la pila.

Figura 12

Dibujo de un Puente Atirantado Tipo Semi-arpa



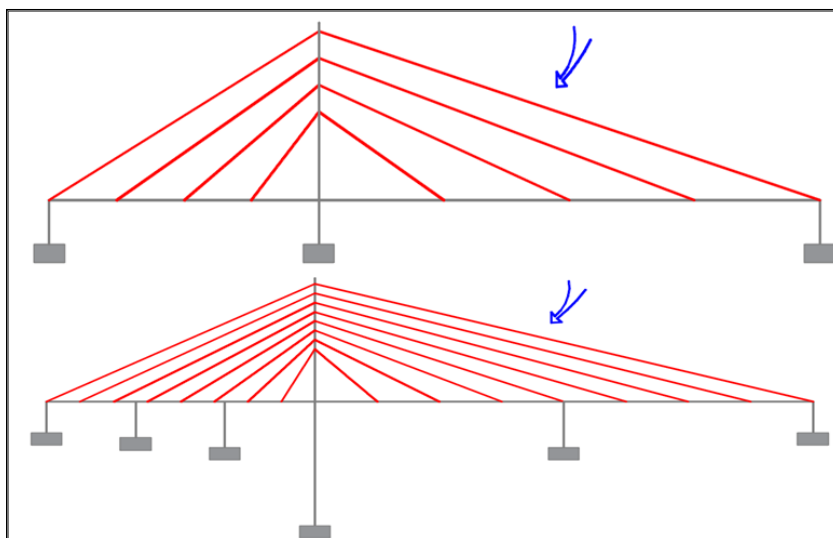
Nota: Elaboración Propia

- **Tipo asimétricos**

Los cables no son paralelos y no tienen una distribución uniforme.

Figura 13

Dibujo de un Puente Atirantado Tipo Asimétrico



Nota: Elaboración Propia

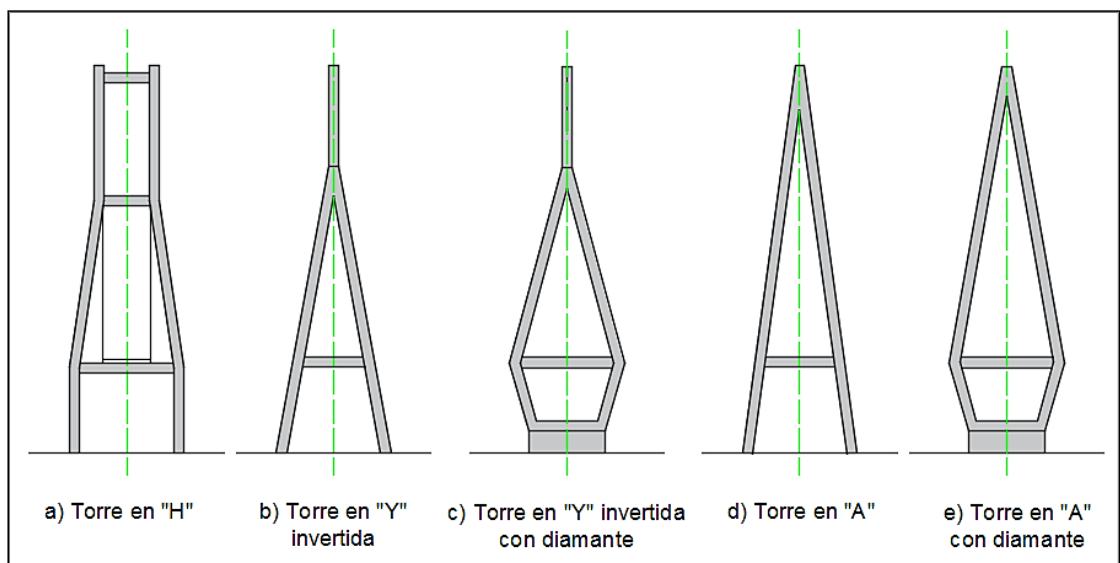
2.2.3.3. Características de las torres

Las torres son los que soportan toda la carga distribuida del tablero y los tirantes, así mismo, existen varios diseños; para la selección del tipo de torre depende en gran parte del ancho del tablero, la altura y la luz del puente, así como del sistema de atirantamiento, también depende del concepto arquitectónico y la estética del diseñador.

Como se puede ver en la figura 14, la forma de las torres más comunes para puentes atirantados.

Figura 14

Dibujo de Tipos de Torres



Nota: Elaboración Propia

2.2.4. Proceso de Evaluación

La evaluación requiere de una metodología, teniendo como iniciativa una inspección visual. Para este tipo de procesos no solo requiere inspeccionarla superficialmente, sino que requiere ser implementada para determinar su condición actual. El procedimiento de evaluación se divide en:

- Inspección de puentes
- Evaluación de puentes
- Diagnostico

2.2.5. Inspección de Puentes

La inspección de puentes es un sistema operacional de evaluación (monitoreo de estructuras), debido a que este tipo de estructuras han presentado daños considerables en las últimas décadas del siglo XX,

teniendo como consecuencia la incapacidad de soportar las cargas de los vehículos. Estos daños son provocados por las diferentes causas, como el deterioro del material constituyente y la falta de mantenimiento periódico ante los efectos de la naturaleza (viento, lluvia, sismo, nevadas y otros). Otras causas, por lo que, los puentes presentan problemas son: errores en su diseño o construcción, además del crecimiento del parque automotor, el cual representan el incremento de las cargas, ha traído como consecuencia la necesidad de reforzar y ampliar las capacidades de los puentes.

Los daños que han sido considerable para los puentes, han llevado a la destrucción e incluso a su sustitución, ocasionando perjuicios económicos de un país, de tal modo tendrían un impacto negativo en el desarrollo de la sociedad. La correcta conservación de este tipo de estructuras llevaría a realizar las *actividades* de mantenimiento para evitar colapsos estructurales o funcionales

Los datos para el conocimiento del estado de una estructura es una simple observación visual de la misma.

Se tendrán en cuenta para la inspección del Puente Comunero I, la “Guía para Inspección de Puentes” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y la práctica reconocida de la ingeniería civil en el Perú.

2.2.6. Patologías en Puentes

2.2.6.1. Patologías en el concreto

El concreto posee ciertas propiedades en sus componentes y reacciones ante los factores ambientales que provocan la inestabilidad de este elemento, por lo que presenta cambios físicos.

Existen muchos factores en la estructura del concreto, por la que pueden ser:

- El material compuesto del concreto
- La exposición a las condiciones climáticas
- La calidad de vaciado del concreto.

Causas

La degradación que se manifiesta en los elementos de concreto se clasifica en dos categorías detectables visualmente o no, la primera de estas categorías comprende: las fisuras, el descascarillado y la desagregación, las armaduras expuestas, las manchas de herrumbres, las eflorescencias y las coqueas. La segunda la constituyen las degradaciones no detectables visualmente, estas comprenden: la corrosión de las armaduras embebidas en el concreto y los defectos de las lechadas de las vainas de pretensado.

De acuerdo con Tadeu Mascia & Lenz Sartorti (2011) mencionan dos causas fundamentales:

- **Causas intrínsecas.** - Son provocadas por los errores humanos en el proceso constructivo y por agentes naturales externos o accidentes.
- **Causas extrínsecas.** – Son provocadas por su composición o fallas durante la ejecución. Se le entiende como los factores que agreden las estructuras “desde fuera hacia dentro” durante el proceso constructivo o diseño de su vida útil.

Figura 15

Fotografía del Colapso del Topará - Chincha



Nota: Contraloría detecto fallas en superestructura del puente. Adaptado de Peritos de la Contraloría inspeccionan el puente, por Huachos.com, 2015, <https://www.huachos.com/detalle/contraloria-detecto-fallas-en-superestructura-del-puente-topara-chincha-noticia-1757>

Consecuencias

Fisuras

Las fisuras en el concreto aparecen de manera superficial, a causa de la existencia de esfuerzos a tensión que superan la resistencia del

material compuesto. Las fisuras tienen origen en las alteraciones de las caras del concreto en comparación con las otras y se presentan tensiones por retracción térmica o hidráulica.

La retracción térmica se produce por la disminución de la temperatura del concreto causando movimientos de contracción, y tracción, para lo cual el concreto no estaría diseñado para absorber este último movimiento.

No obstante, si hubiese cualquier error en la evaluación del tipo o del valor de las cargas, en el dimensionamiento de la sección, en la disposición de las armaduras, o en la obra de construcción, pueden producirse fisuras importantes como se aprecia en la tabla 2, incluso bajo condiciones de cargas normales.

Tabla 2

Ancho de Grieta Tolerable en el Concreto Reforzado

Condición de exposición	Ancho permisible de fisura	
	(in)	(mm)
Estructuras normas (protegidas y/o sometidas a corrientes de aire seco).	0.016	0.41
Estructuras en contacto con el terreno o sometidas a efectos de humedad.	0.012	0.30
Estructuras sometidas a acciones de hielo y deshielo.	0.007	0.18
Estructuras sometidas a ciclos de humedecimiento y secado por la acción de aguas marinas.	0.006	0.15
Estructuras de retención de líquidos.	0.004	0.10

Nota: Adaptado de Tolerable crack widths, reinforced concrete (p.19), American Concrete Institute ACI 224R-90, 1990

Eflorescencia

Esta patología resulta de la precipitación del agua que posteriormente se cristaliza por ciertas sales solubles que lo componen, depositándose en las superficies de los materiales de construcción que hayan tenido humedad y cuando se evapora deja como unos polvillos blancos.

Figura 16

Fotografía de la Eflorescencia en el Concreto



Nota: Adaptado de eflorescencia del concreto, por Inversiones en Concreto, 2012, <http://enconcretove.blogspot.com/2012/11/eflorescencia-del-concreto.html>

Cangrejera.

Ocurre cuando existen deficiencias en el concreto o por excesivo vibrado generando espacios vacíos o de aire dentro de este. Este tipo de patología deberían tratarse cuando son producidos en las columnas, vigas o losas.

Figura 17

Fotografía de la Cangrejera en el Concreto



Nota: Adaptado de Contraloría detecta graves deficiencias en columnas del hospital Unanue, por Correo, 2019, <https://constructivo.com/noticia/contraloria-detecta-graves-deficiencias-en-columnas-del-hospital-unanue-1533563956>

Disgregación

Este tipo de patología es ocasionado generalmente por algún tipo de deterioro, generando al concreto en fragmentos pequeños y entonces quedando partículas endurecidas de este.

Figura 18

Fotografía de la Disgregación en el Concreto



Nota: Adaptado de Disgregación del hormigón en la parte baja de un pilar, por Unknown, 2011, <http://peritararquitectura.blogspot.com/2011/12/disgregacion-de-hormigon-en-pilares.html>

Grietas

Son fisuras de gran tamaño que tiene un alcance en todo el ancho del elemento de concreto, en consecuencia, influye en la resistencia y en el comportamiento estructural como: vigas, pilares, losas, pilones, etcétera.

Figura 19

Fotografía de las Grietas en el Concreto



Nota: Adaptado de Fisuras y grietas en superficies de concreto, por BEST CONCEPT GROUP, 2019, <http://todoferreteria.com.mx/fisuras-y-grietas-en-superficies-de-concreto/>

Corrosión en el concreto:

Este tipo de patología se debe a las cargas constante a la que está expuesta el elemento de concreto, ocasionando fatiga y

desmoronamiento de dicho elemento por el tiempo expuesto a los factores externos.

Figura 20

Fotografía de la Corrosión del Concreto



Nota: Corrosión a causa de la socavación en la cimentación de un puente. Adaptado de Puente “Pijjiapan 1” Tapanatepec-Talismán Oaxaca (p.11), por Marín Salazar, 2014.

Corrosión de acero:

Las fisuras se producen en la superficie del concreto, lo que conduce a su dilatación y a un aumento de la densidad, dando lugar a una distorsión y deformación de la estructura propiamente dicha. Estas reacciones producen la disminución de la resistencia del concreto y la corrosión de la armadura.

- Teniendo como ejemplo el daño provocado por la colisión del vehículo con la estructura. - El impacto de un vehículo en las estructuras, provoca cargas extremas y elevadas, causando deformación aguda y con ello el desprendimiento del concreto, así exponiendo a los aceros reforzados.

Figura 21

Fotografía del Impacto de un Vehículo al Puente Villarán



Nota: El vehículo de la empresa Oltursa choca con puente Villarán en el departamento de Lima. Adaptado por bus de la empresa Oltursa estaba transitando indebidamente por la Avenida Arequipa, por PERÚ21, 2018, <https://peru21.pe/lima/via-expresa-bus-oltursa-choca-puente-villaran-av-arequipa-436524-noticia/>

2.2.6.2. Patologías en el acero

Los elementos de acero que conforman a los puentes exigen controles adaptados a sus características. Los tipos de controles pueden estar dirigidos a valorar los deterioros, desgastes, degradación y corrosiones de este material.

Deterioro y el desgaste

Son los cambios de estado previsible, que reducen la capacidad estructural, por lo que tiene una incidencia directa con la seguridad.

Degradaciones

Son los cambios de estados causados por una reducción anormal de la funcionalidad, superiores a los deterioros normales relacionados con el envejecimiento, así mismo con la interacción de agentes químicos y atmosféricos. Este tipo de daño no puede ser tratado por mantenimiento y reparaciones periódicas. Estos cambios comprenden el afloje o la caída de los remaches de las uniones, las deformaciones, la degradación o el pandeo de los elementos, las fisuras debido a la fatiga, la pérdida de sección transversal o el desarrollo de fisuras resultantes de una corrosión localizada. Estos cambios de estado son causados por tensiones locales imprevistas resultantes de errores de fabricación o de montaje, de acciones exteriores o de desplazamientos por acciones no

previstas, por falta de atención a nivel de diseño, u otros factores. También las degradaciones son causadas por modificaciones resultado de: sismos, inundaciones, incendios, caídas de piedras, choques causados por embarcaciones u otros materiales arrastrados por la corriente de agua a través de avenidas notables o excepcionales, actos vandálicos, etc.

Figura 22

Fotografía de la Degradación del Acero



Nota: Degradación del acero en el puente Quebrada Anchique (Huíla). Adaptado por fisuras reticulares y eflorescencias, corrosión del acero. Drenes tapados por sobrecarpeta. Puente Quebrada Anchique (Huíla), por Edgar Muñoz y Edgar Valbuena, 2004, http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0376-723X2004000300001

Fisuras o Gritas

Para detectar las fisuras en los elementos de acero se utilizan métodos de inspección con instrumentos y técnicas tales como controles radiográficos, ultrasonidos e instrumentos de resistencia. Los controles especiales comprenden las mediciones de deformación, de deslizamiento y de las vibraciones. Los métodos de inspección para los aceros que se encuentran cubiertos por pintura, permitirán determinar su deterioro mediante: los ensayos de arranque con adhesivos, los ensayos de adherencia por la acción de un par o de una tracción, los cuales son efectuados además de la inspección visual y las mediciones de impedancia.

Figura 23

Fotografía de Grieta en el Puente el Limón (Meta)



Nota: Adaptado de Problemas de corrosión y falla estructural. Puente el Limón (Meta), por Edgar Muñoz 1 y Edgar Valbuena, 2004, <https://peru21.pe/lima/via-expresa-bus-oltursa-choca-puente-villaran-av-arequipa-436524-noticia/>

2.2.6.3. Patologías en la pintura

Algunas de las patologías se presentan por la escasa elasticidad (resinas, silicatos, etc.) en consecuencia existen defectos de discontinuidad, ya sea por rotura, resquebrajaduras, etc.

Además, es producido por la superposición de capas; al aplicar la capa de primera mano de la pintura en el secado aumenta su volumen; mientras que al aplicar la segunda capa sucede lo contrario por lo que la pintura se encoge al evaporarse los disolventes (agua o sintéticos).

Desconchados

Este se produce a consecuencia de una mala aplicación de la pintura y es una patología más común de la pintura.

La capa de pintura terminada se fisura y desprende en trozos de forma irregular, ya que esta carece de adherencia, por lo regular sucede con las pinturas que son rígidas en la capa seca como: las pinturas al agua, las resinas sintéticas no oleosas, etc.

Además, también es producido porque la superficie antes de ser pintada se encuentra sucia o las condiciones atmosféricas fueron desfavorables en los revestimientos

Figura 24

Fotografía del Desconchado en la Pintura



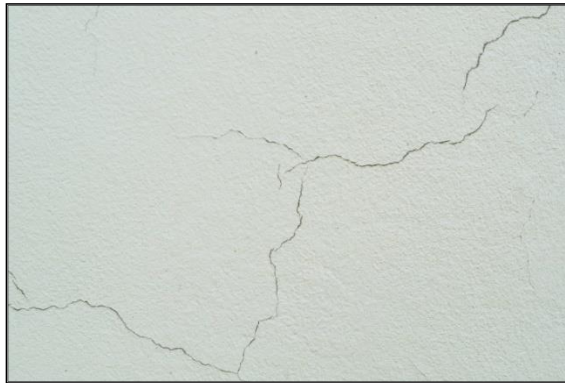
Nota: Adaptado de defectos de la pintura: desconchones, burbujas, manchas; por Pinterest, 2013, <https://vilssa.com/distintos-defectos-de-la-pintura-desconchones-burbujas-manchas>

Fisuras

Las fisuras son ocasionadas por la estructura de la infraestructura ya sea por el asentamiento, movimientos, etc. Son consideradas fisuras a las aberturas inferiores de 2mm.

Figura 25

Fotografía de Fisuras en la Pintura



Nota: Adaptado de cómo proteger y reparar fisuras en las fachadas, por Revetón, 2018, <https://reveton.com/como-reparar-fisuras-en-las-fachadas/>

Ampollas o Burbujas

Las ampollas son superficies con burbujas, ya que se levanta la capa de pintura en algunos puntos sin fisurarse, es producida por la mala preparación de la base y el defecto de adherencia en:

- Las pinturas impermeables, aplicadas sobre las superficies húmedas.
- Las superficies calientes.

- Las superficies metálicas oxidadas.

Figura 26

Fotografía de Ampollas en la Pintura



Nota: Adaptado de ampollas redondeadas de tamaño variable, por International, <https://www.international-yachtpaint.com/es/es/asistencia/problemas-pintura-embarcaciones/ampollas-burbujas>

Suciedad

Una de las causas es la contaminación ambiental, con presencia de partículas en suspensión.

Sobre la capa de pintura se acumulan partículas de polvo u otros restos y se pueden manifestar en forma de manchas.

Figura 27

Fotografía de Suciedad en la Pintura



Nota: Adaptado de falta de pintura y suciedad en las paredes, por Melia Las Dunas, 2020, https://www.tripadvisor.com/LocationPhotoDirectLink-g670039-d637255-i137132134-Melia_Las_Dunas-Cayo_Santa_Maria_Villa_Clara_Province_Cuba.html

2.2.7. Evaluación de Puentes

El tipo de rehabilitación de una estructura se basará en las visitas de inspección, en donde se recolectará datos sobre la tipología de la estructura y su estado de conservación actual del puente, posteriormente se evaluará la información disponible, obteniéndose un diagnóstico de la seguridad y funcionalidad de la estructura. Estos procesos constituirán una evaluación estructural donde establecerá la

capacidad de la estructura en su estado actual y real, así mismo permitirá analizar una condición deseada para la estructura.

A continuación, se mencionan algunos de los procedimientos para una evaluación estructural:

- a) Identificar los elementos principales y secundarios que controlen el comportamiento estructural de un puente.
- b) Identificar los daños, patologías y deterioros que pueden presentar los elementos del puente.
- c) Determinar la capacidad de carga estructural y la integridad de la estructura.
- d) Evaluar los problemas como sobrecargas, diseño inadecuado y defectos en el proceso constructivo que afectan la funcionalidad de la estructura.
- e) Determinar las modificaciones de manera parcial o total de los elementos estructurales.
- f) Determinar las acciones que contrarresten los problemas que aquejan al puente.

2.2.7.1. Estudios previos a la evaluación

De acuerdo con el Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC] (2018) mencionan los estudios básicos en la ingeniería de puentes.

Por esta razón, en la tesis consideraremos por conveniente, para la evaluación, los siguientes estudios:

- Estudio topográfico
- Estudio de hidrología e hidráulica
- Estudio geológico y geotécnico
- Estudio sísmico

2.2.7.1.1. Estudio topográfico

Los estudios topográficos para la evaluación, deberá comprender la zona de ubicación del puente y sus accesos, considerando las curvas de nivel conjuntamente con las secciones longitudinales y transversales, para indicar en los planos la dirección del curso de agua y los límites aproximados en las zonas inundables (condiciones de aguas máximas y mínimas), también se deberá señalar la existencia de edificaciones u otras obras que interfieran con el puente o sus accesos.

Por lo cual se deberán:

- Utilizar los instrumentos topográficos como la Estación Total, para el levantamiento topográfico.
- Elaboración de los planos topográficos de acuerdo al trabajo de campo.
- Recopilación de la información para los estudios de hidrología e hidráulica, geología y geotecnia.
- Adquirir las dimensiones de los elementos estructurales del puente.

Se tendrán en cuenta para la evaluación, los alcances del Manual de Puentes y los criterios técnicos que dispone.

2.2.7.1.2. Estudios de hidrología e hidráulica

Para la evaluación, los estudios de hidrología e hidráulica comprenderán la recolección y el análisis de la información hidrométrica y meteorológica, existente en la zona del estudio, teniéndose en cuenta el periodo de retorno y la descarga máxima de diseño, para determinar las profundidades de socavación. Así mismo los planos topográficos a criterios técnicos permitirán establecer métodos y restricciones según las características del lugar.

Por lo cual se deberá:

- Establecer los factores hidráulicos fluviales y los caudales de diseños, que permitan a una real percepción del comportamiento hidráulico del río que permiten definir los requisitos mínimos del puente y su ubicación de acuerdo a los riesgos permitidos o niveles de seguridad para las características particulares de una estructura.
- Determinar el nivel de aguas máximas extraordinarias en la sección de cruce del puente Comunero I, con el río Mantaro.
- Calcular la socavación del cauce del río Mantaro como consecuencia de la construcción del puente Comunero I y como referencia para la definición del nivel de cimentación del puente.

Se tendrán en cuenta para la evaluación, los alcances del Manual de Hidrología del Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC] y la práctica reconocida de la ingeniería civil en el Perú.

2.2.7.1.2.1 Cálculo de caudal de diseño

Distribución de frecuencias

Con el fin de ajustar la serie anual de precipitación máxima diaria de la estación JAUJA en función de distribución probabilística teórica o también llamada el uso de números aleatorios. Por lo que para el análisis de frecuencia se aplicó el análisis de funciones de la distribución teórica, por ser las más usadas en Hidrología para caso de eventos máximos:

- Distribución Normal
- Distribución Log-normal 2 parámetros
- Distribución Gumbel
- Distribución Pearson III (Gamma 3 parámetros)
- Distribución Log-Pearson tipo III

Los cuales son mencionados por el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC.

1. Distribución Normal

Esta distribución se define:

$$f(x) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{s}\right)^2} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

f(x) : densidad de probabilidad

x : variable aleatoria

μ : parámetro de localización, igual a la media aritmética de x.

S : parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x.

2. Distribución de Frecuencia Tipo log Normal 2 Parámetros

La Distribución Log Normal utiliza valores logarítmicos normalmente distribuidos y este viene hacer una extensión de la distribución Normal.

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{\left(\frac{-(x-\bar{x})^2}{2s^2}\right)} dx \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde \bar{x} y S son los parámetros de la distribución.

Si x en la ecuación anterior se reemplaza, se tiene:

$$y = \log(x) \quad \text{Ecuación 3}$$

De manera que:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^n \log x_i / n \quad \text{Ecuación 4}$$

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}$$

Ecuación 5

$$Cs = \frac{a}{s^3 y}$$

Ecuación 6

Donde:

\bar{Y} : Media de los datos de la muestra transformada.

S_y : Desviación estándar de los datos de la muestra transformada.

Cs : Coeficiente de oblicuidad de los datos de la muestra transformada.

3. Distribución Gumbel

Este tipo de Distribución se basa en la función del tipo exponencial a medida que cambie la variable de manera aleatoria.

La función de densidad de probabilidad es:

$$f(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Ecuación 7

Donde α y β son los parámetros de la función.

α : Parámetro de concentración

β : Parámetro de localización

Los parámetros α y β , se estiman para muestras muy grandes, como:

$$\alpha = \frac{1.2825}{s}$$

Ecuación 8

$$\beta = \mu - 0.45S$$

Ecuación 9

Los valores de μ_y y σ_y se encuentran por medio de tablas.

4. Distribución Pearson Tipo III (Gamma 3 Parámetros)

La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{(x-x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta^\gamma \Gamma(\gamma)}$$

Ecuación

10

Válido para:

$$x_0 \leq x < \infty ; -\infty < x_0 < \infty ; 0 < \beta < \infty ; 0 < \gamma < \infty$$

Donde:

x_0 : origen de la variable x , parámetro de posición

γ : parámetro de forma

β : parámetro de escala

5. Distribución de Frecuencia tipo log Pearson tipo III

Esta distribución es una extensión de la distribución Normal, en la cual los valores logarítmicos.

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x \beta^\gamma \Gamma(\gamma)}$$

Ecuación

11

Válido para:

$$x_0 \leq x < \infty ; -\infty < x_0 < \infty ; 0 < \beta < \infty ; 0 < \gamma < \infty$$

Donde:

x_0 : origen de la variable x , parámetro de posición

γ : parámetro de forma

β : parámetro de escala

Precipitación de Diseño

Para el cálculo de la altura de precipitación de diseño se consideró los diferentes periodos de retorno teniendo como base los caudales máximos registrados en los eventos hidrológicos de la zona (registro de precipitación máxima del lugar en 24 hrs).

Período De Retorno Y Vida Útil De Las Estructuras De Drenaje

El periodo de retorno es el tiempo promedio en años, se da cuando el valor máximo de un caudal es igualado o superado.

Para el criterio de riesgo se asume cuando dentro del tiempo de la vida útil de la estructura llega a fallar.

El riesgo admisible esta en función del período de retorno y vida útil de la obra está dado por la siguiente ecuación:

$$k = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Ecuación 12

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC], 2008, hace mención que:

Si la obra tiene una vida útil de n años, la fórmula anterior permite calcular el período de retorno T , fijando el riesgo permisible K , el cual es la probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente estudiada, durante la vida útil de la obra. (p.23)

Tabla 3*Valores de Periodos de Retorno T (Años)*

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	R	1	2	3	5	10	20	25	50	100
0.01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0.02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0.05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0.10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0.20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0.25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0.50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0.75	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144
0.99	1	1.11	1.27	1.66	2.7	5	5.9	11	22	44

Nota: Adaptado de Hidrología en la Ingeniería (p.24), por Germán Monsalve Sáenz, 1999.

Precipitaciones Diarias Máximas Probables

Existen factores de ajuste, así para tener un análisis de los máximos reales. En este sentido, la Organización Meteorológica Mundial [OMM], 2011, explica al respecto que:

Estudios de miles de años-estaciones de datos pluviométricos indican que, al multiplicar las cantidades máximas anuales de lluvia diaria u horaria, para un solo intervalo fijo de observación de una a 24 horas por el factor 1.13, se producirán valores que se aproximan mucho a los que se obtendrían de un análisis de los máximos reales. Se requieren ajustes menores cuando las cantidades máximas observadas se determinan a partir de dos o más intervalos de observación fijos. (p. II.5-18)

Tabla 4*Factor de Ajuste de la Frecuencia de Observación Diaria*

Número de observaciones/día	1	2	3-4	5-8	9-24	>24
Factor de ajuste	1.13	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00

Nota: Guía de prácticas hidrológicas (p.II.5-18), por la Organización Meteorológica Mundial (OMM),2011.

Según. El Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje hace mención de los coeficientes en las relaciones de lluvia durante 24 horas.

Tabla 5

Coefficientes de Duración Lluvias entre 48 Horas y una Hora

Duración de la Precipitación en Horas	Coefficiente
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.00
48	1.32

Nota: Adaptado de Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (p.58), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008.

Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia

La intensidad promedio es utilizada para la profundidad por unidad de tiempo (mm/hr). Expresando de la siguiente manera:

$$i = \frac{P}{Td} \tag{Ecuación 13}$$

Donde:

P: profundidad de lluvia (mm)

Td: duración (hr)

La representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno, se expresa de la siguiente manera:

$$I = \frac{K \times T^m}{t^n}$$

Ecuación 14

Donde:

I: Intensidad (mm/hr)

t: Duración de la lluvia (min)

T: Periodo de retorno (años)

K, m, n: Parámetros de ajustes

Luego se realizará un cambio de variable, teniendo:

$$d = K \times T^m$$

Ecuación 15

Reemplazando con la ecuación anterior se obtiene:

$$I = \frac{d}{t^n}$$

Ecuación 16

$$I = d \times t^{-n}$$

Ecuación 17

Hietograma de Diseño

Son gráficos que representan la precipitación en intervalos de tiempo, unos de los diseños más usados son las curvas IDF, los cuales permiten tener un ideal de la duración e intensidad de las lluvias, considerando la evolución que esta pueda tener en un tiempo de 5 horas, así mismo la precipitación puede ser mayor o igual a 100 mm

Método del Bloque Alterno

Este tipo de método utiliza la curva de intensidad, duración y frecuencia de la forma más simple a fin de obtener un hietograma que pueda representar la profundidad de precipitación de n intervalos de tiempos sucesivos de duración Δt , sobre una duración total de $T_d = n \cdot \Delta t$.

Método HEC-HMS

El método HEC-HMS (HYDROLOGIC MODELING SYSTEM) permite simular los eventos de lluvia – escurrimiento considerando las características del suelos, drenaje urbano y pronósticos de flujo de acuerdo a la geomorfología de la cuenca, meteorología de la zona y especificaciones de control y datos de entrada.

Modelo de la cuenca

Para nuestro caso consideramos las áreas de influencia de la Subcuenca.

- Tasa de pérdidas
- Pérdidas iniciales

- Transformación de lluvia

El tiempo de concentración “Tc” será calculado por el método de Kirpich y Kerby’s, que consiste la duración de la ruta transcurrida de una partícula de agua desde la zona más lejana de la cuenca hasta un punto de control.

- Tiempo de concentración (min.)
- Longitud de la corriente principal (m)
- Pendiente de la corriente principal (m/m)
- Rugosidad de retardo, según la cobertura vegetal y tipo de suelo.
- Área de cuenca (Km²)

2.2.7.1.2.2 Coeficiente de rugosidad (n de Manning)

Para calcular el valor de “n” de Manning, depende de un gran número de factores como: rugosidad de la superficie, vegetación, irregularidades de cauce, etc.

Tabla 6

Influencia de Diversos Factores Sobre el Coeficiente n.

CONDICION DEL CANAL		VALORES	
Material Involucrado	Tierra	n0	0.020
	Corte Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de Irregularidad	Suave	n1	0
	Menor		0.005
	Moderada		0.01
	Severa		0.02
Variación de la Sección Transversal	Gradual	n2	0.000
	Ocasionalmente Alternante		0.005
	Frecuentemente Alternante		0.010 – 0.015
Efecto Relativo de las Obstrucciones	Insignificante	n3	0
	Menor		0.010 – 0.015
	Apreciable		0.020 – 0.030
	Severo		0.040 – 0.060
Vegetación	Baja	n4	0.005 – 0.010
	Media		0.010 – 0.025
	Alta		0.025 – 0.050

CONDICION DEL CANAL		VALORES	
Muy Alta		0.050 – 0.100	
Grado de los Efectos por Meandro	Menor	m5	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.3

Nota: Adaptado de Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p.95), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, Cowan

Cálculo de Coeficiente según Cowan:

$$n = m5 (n0 + n1 + n2 + n3 + n4)$$

Ecuación 18

2.2.7.1.3. Estudios geológicos y geotécnicos

Los estudios geológicos y geotécnicos para la evaluación, nos ayudaran a describir la geología a nivel local o regional, a la par describirá la geomorfología de la zona de estudio, en base a su zonificación geológica. Estos estudios permitirán definir las propiedades físicas y mecánicas de suelos y/o rocas como también definir zonas de ocurrencia adherentes a la zona del estudio.

Estudios Geológicos

El objeto del estudio geológico es establecer las características de las diferentes formaciones geológicas, que se encuentran identificando tanto su distribución como sus características geotécnicas correspondientes.

Estudios Geotécnicos

El estudio geotécnico comprenderá la zona de ubicación del puente, estribos, pilares y accesos, como también los ensayos para la descripción de la condición del suelo, estratigrafía e identificación de los estratos de suelo o base rocosa. Los resultados y recomendaciones presentadas sobre los estudios obtenidos darán un criterio de seguridad para optar medidas preventivas.

Por lo cual se deberá:

- Establecer las características geotécnicas, es decir, la estratigrafía, la identificación y las propiedades físicas y mecánica del suelo.

Se tendrán en cuenta para la evaluación, los alcances del Manual de Puentes (2018) y los criterios técnicos que dispone.

2.2.7.1.4. Estudio sísmico

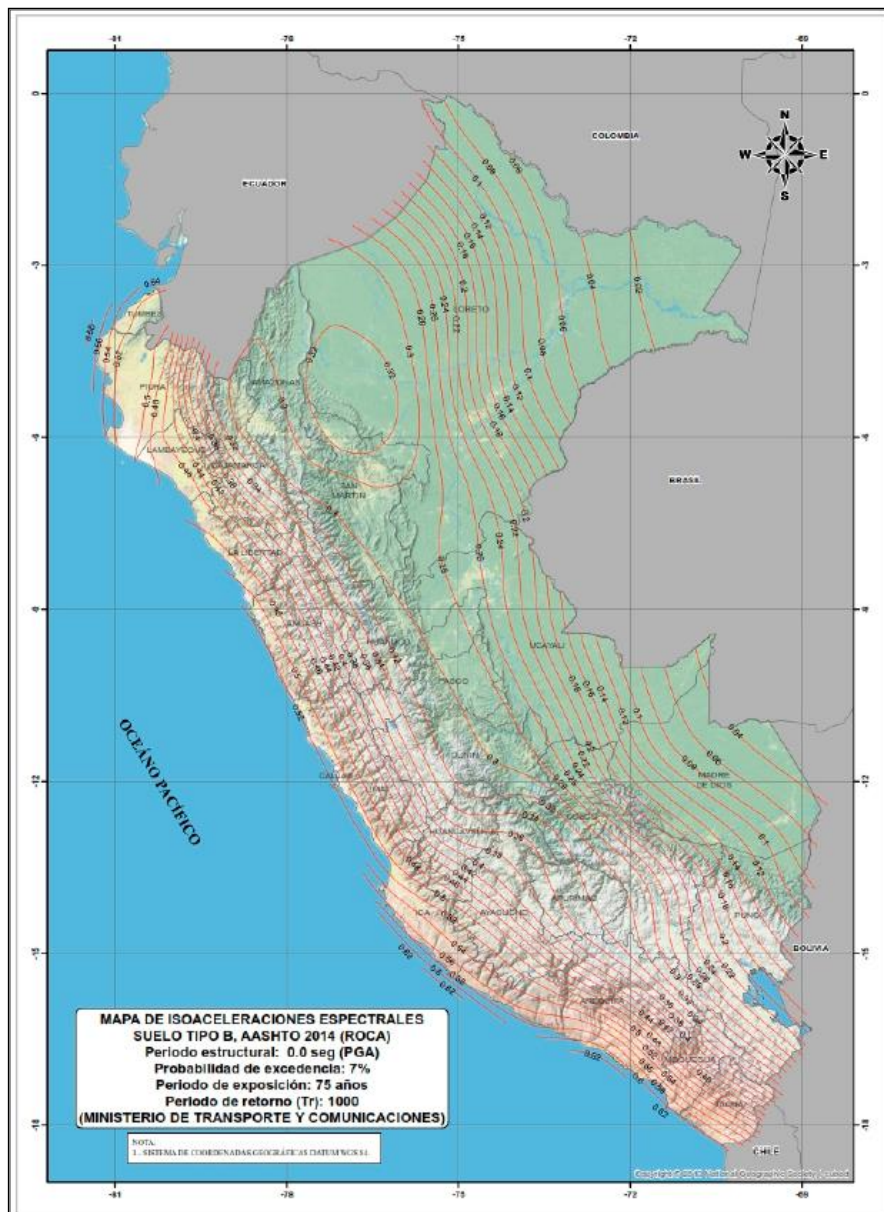
El estudio sísmico tiene como objetivo la funcionalidad del puente ante un régimen elástico, considerado como un evento sísmico que pone en riesgo la estabilidad de la estructura.

Estudio de peligro sísmico

El estudio de peligro sísmico tiene como finalidad determinar los espectros de diseño según los mapas de isoaceleraciones que se muestran a continuación, teniendo en cuenta el área del proyecto.

Figura 28

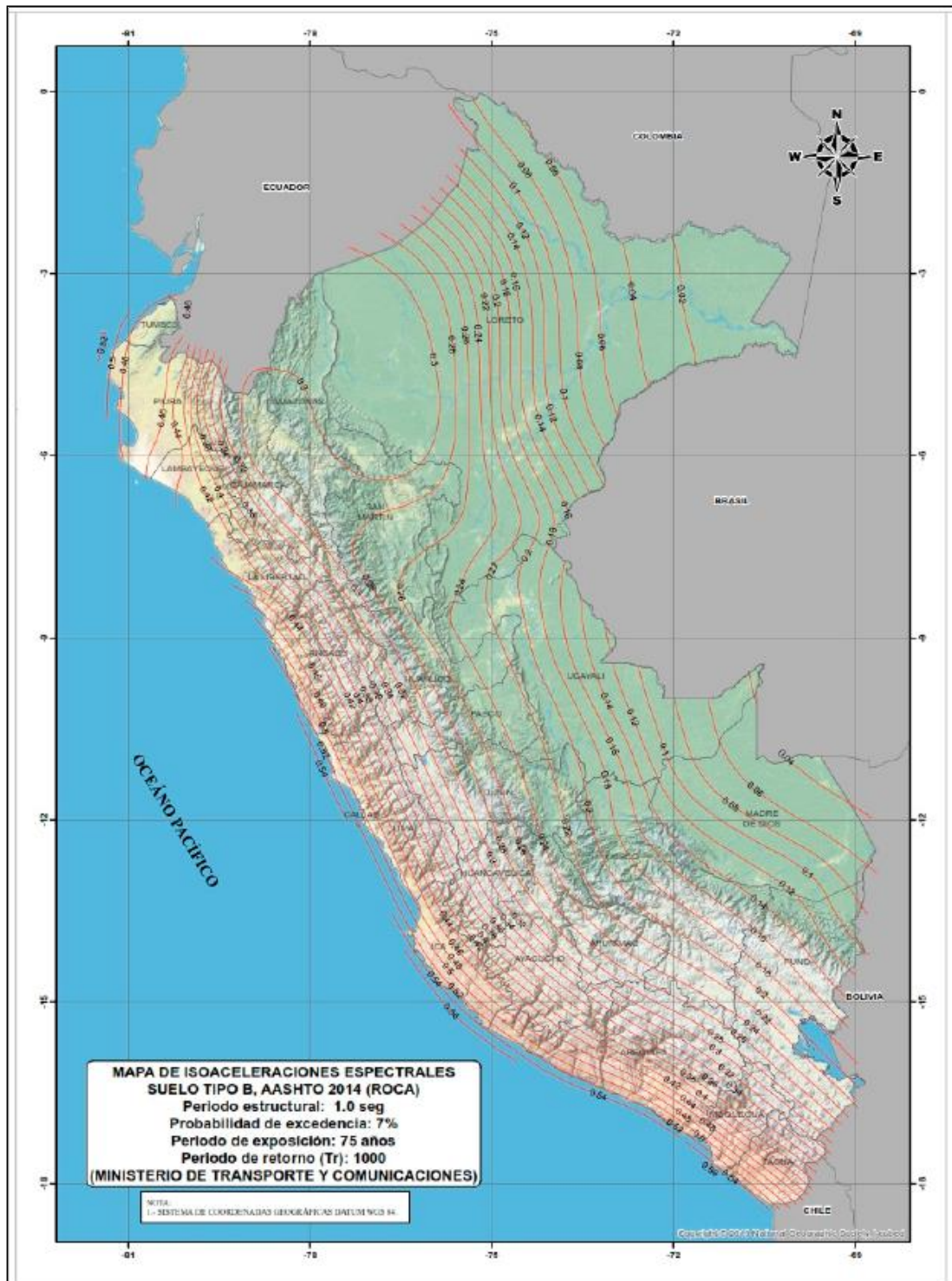
Mapa de Isoaceleraciones Espectrales con Periodo Estructural de 0.0 seg.



Nota: Adaptado de Manual de Puentes (p.564), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, National Geographic Society I-Cubed.

Figura 29

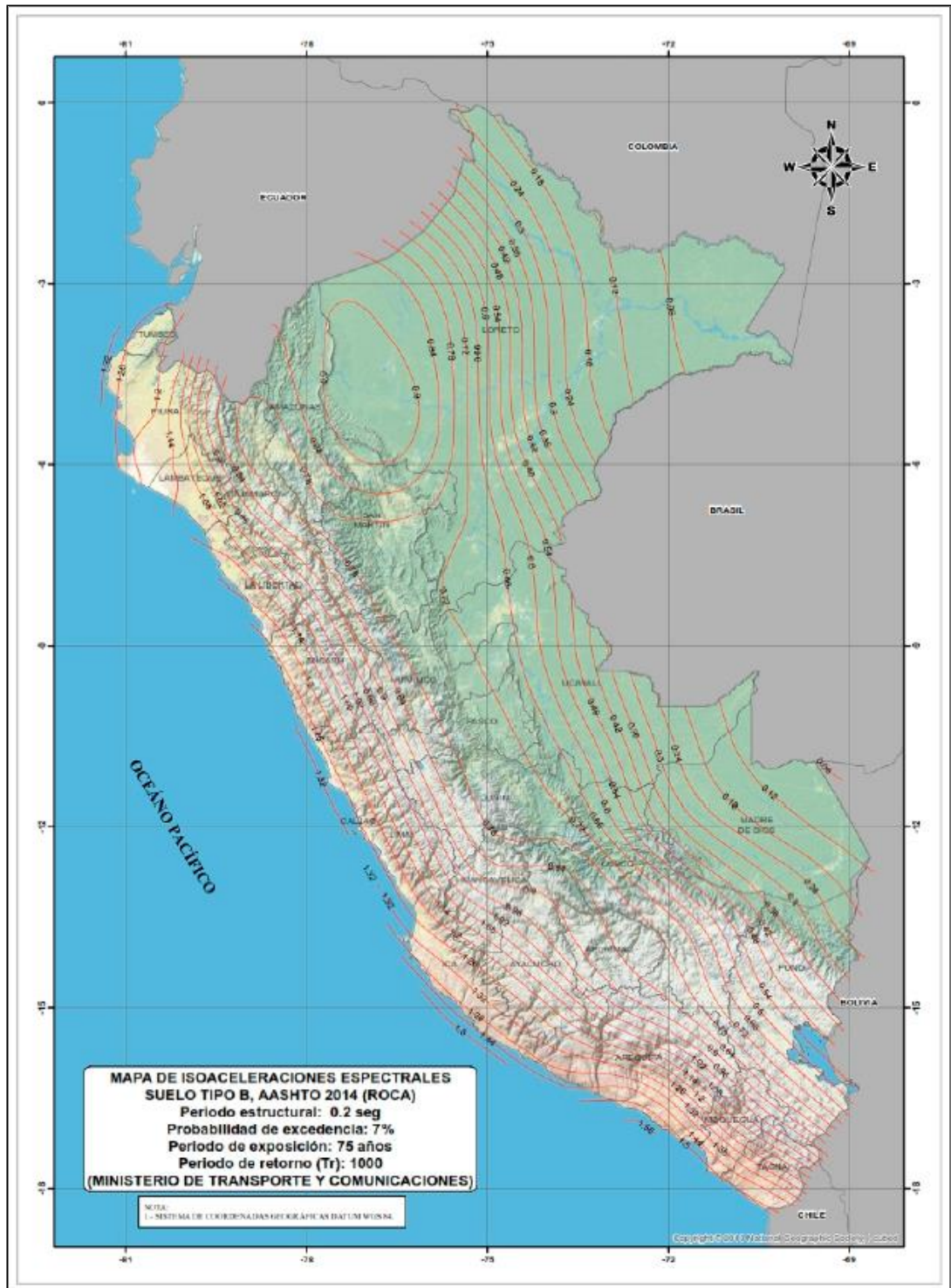
Mapa de Isoaceleraciones Espectrales con Periodo Estructural de 1.0 seg



Nota: Adaptado de Manual de Puentes (p.565), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, National Geographic Society I-Cubed.

Figura 30

Mapa de Isoaceleraciones Espectrales con Periodo Estructural de 0.2 seg



Nota: Adaptado de Manual de Puentes (p.566), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, National Geographic Society I-Cubed.

Alcance

Considerando el peligro sísmico de una estructura se deberá de considerar lo siguiente:

- El análisis sísmico comprende la clasificación de la información de los sismos observados en el pasado, así mismo las características de la zona del proyecto.
- La determinación de las máximas aceleraciones, velocidad y desplazamiento, se podrá emplearse en un análisis dinámico tiempo – historia, análisis pushover y análisis dinámico con la finalidad de tener respuesta a un conjunto de características del puente ante eventos extremos.

Eventualidad sísmica

Teniendo los parámetros de la zona se verificarán los factores de seguridad, para no tener desastres como el terremoto ocurrido en Perú de fecha 26 de mayo del 2019, de acuerdo con T. Velásquez (2019), del Reporte-Complementario N° 1260, menciona el colapso del puente Tioyacu en el km.70 de la Carretera que une Yurimaguas – Tarapoto, de departamento de San Martín

Figura 31

Fotografía del Terremoto en Yurimaguas - 2019



Nota: Adaptado de Reporte-Complementario N° 1260 (p.24), por C. Velásquez T, 2019, COEN - INDECI.

El peligro sísmico deberá comprender en puentes con sistemas estructurales no convencionales y que requieran los estudios especiales, en este sentido el Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC] (2018), recomienda comprender lo siguiente:

- Recopilación y clasificación de la información sobre los sismos observados en el pasado, con particular referencia a los daños reportados y a las posibles magnitudes y epicentros de los eventos.

- Antecedentes geológicos, tectónica y sismotectónica y mapa geológico de la zona de influencia.
- Estudios de suelos, definiéndose la estratigrafía y las características físicas más importantes del material en cada estrato. Cuando sea procedente, deberá determinarse la profundidad de la napa freática.
- Prospección geofísica, determinándose velocidades de ondas compresionales y de corte a distintas profundidades.
- Determinación de las máximas aceleraciones, velocidad y desplazamiento en el basamento rocoso correspondientes al “sismo de diseño” y al “máximo sismo creíble”. Para propósitos de este Manual se define como sismo de diseño al evento con 7% de probabilidad de excedencia en 75 años de exposición, lo que corresponde a un período de retorno promedio de aproximadamente 1000 años.
- Determinación de espectros de respuesta (correspondientes al “sismo de diseño”) para cada componente, a nivel del basamento rocoso y a nivel de la cimentación. Ensayos para la evaluación
- Los ensayos permiten evaluar el estado del material sin alterar sus propiedades y funcionalidad. (p.53)

2.2.7.1.5. Ensayo de mecánica de suelo

Este ensayo permite determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, del cual se toman muestras in-situ, (calicatas), según la cantidad que indique el manual de Puentes.

Granulometría

La granulometría clasificará los tamaños de las partículas de las muestras seleccionadas in-situ, mediante la división y separación con una serie de tamices establecidos en el manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Perfil estratigráfico

A partir de la toma de datos realizados de la zona de estudio (calicatas), se reconstruirá la estratigrafía del subsuelo, acorde con las profundidades de cada una de ellas.

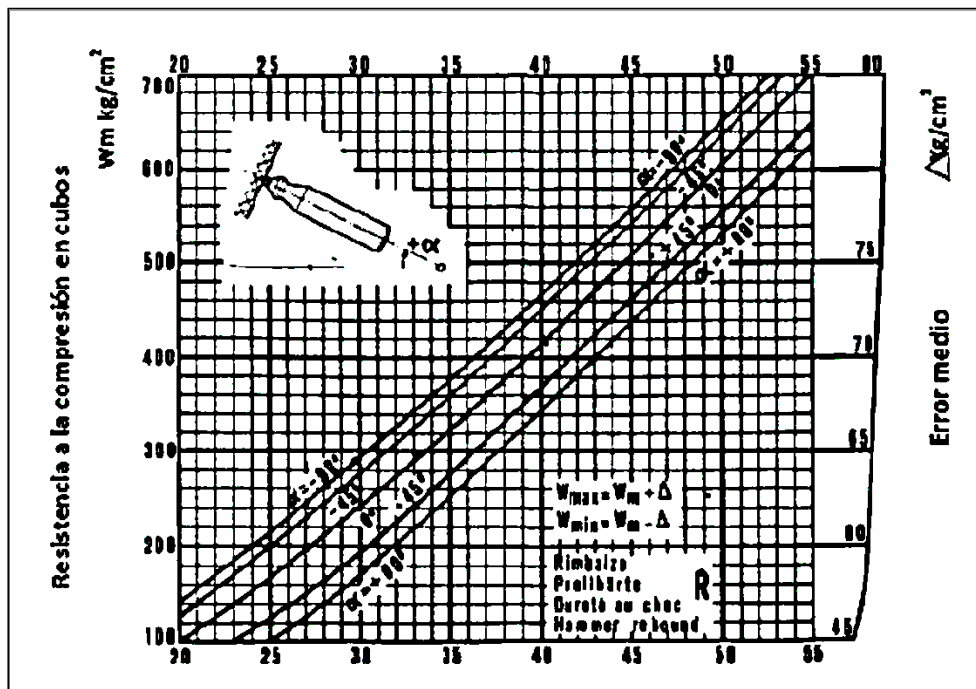
2.2.7.1.6. Esclerometría

Este ensayo no destructivo tiene como principio la medición de Schmidt, determinando la resistencia a compresión del concreto mediante el uso del esclerómetro permitirá dar lectura de la presión registrada del martillo sobre la superficie, los cuales serán interpretados mediante ábacos. En cada punto se tomará un valor medio de las 16 lecturas realizadas con el instrumento.

La determinación de la resistencia a compresión del concreto dependerá del ángulo de inclinación del instrumento y de los ábacos proporcionados por el fabricante.

Figura 32

Ábaco para Determinar la Resistencia a Compresión del Concreto



Nota: Adaptado del Manual de uso del esclerómetro (p.6), por PINZUAR LTDA.

2.2.7.1.7. Medición de espesor de pintura

Este ensayo no destructivo fija las condiciones de inspección, para controlar el cumplimiento de los requerimientos de la medición de espesores de pintura por ultrasonido por contacto directo. Este procedimiento se aplicó en las vigas metálicas del Puente Comunero I. De acuerdo con SSPC-PA 2 (2004); menciona que el proceso de selección del área de medición del espesor de pintura consiste en lo siguiente:

Se seleccionará un área de 10 m² en donde se tomará 5 lecturas puntuales distribuidos arbitrariamente y para cada lectura puntual se tomará 3 lecturas individuales.

Para áreas de 30 m², se tomará cada 10 m² para su medición, en donde se dará 15 lecturas puntuales y 45 lecturas individuales. Para áreas de 100 m², se tomará arbitrariamente 3 áreas de 10 m², dando 45 lecturas puntuales y 135 lecturas individuales.

Para áreas mayores a 100 m², se tomará los primeros 100 m² y serán medidos según lo detallado en el párrafo anterior, y por cada 100 m² adicionales se tomará 10 m² para su medición.

Si el espesor de la pintura seca para un área de 10 m² no cumplen con las exigencias detalladas párrafos arriba, se aislará el área no conforme, y cada 10 m² se tomará la medición.

Para otro tipo de áreas el propietario definirá el tamaño y la forma de la estructura a ser cubierta.

2.2.7.2. Evaluación hidráulica

Luego de realizar los estudios necesarios, se podrá realizar la evaluación hidráulica del puente con el fin de calcular la socavación; la modelación hidráulica se efectuará con el software HECRAS V5.0.1.

El HEC-RAS es un programa de modelización hidráulica unidimensional, bidimensional y tridimensional, permitiendo simular flujos de aguas en cauces naturales (ríos) o canales artificiales.

Se tendrán en cuenta para la evaluación, los alcances del Manual de Puentes y los criterios técnicos que dispone.

2.2.7.2.1. Socavación general por contracción

La contracción del flujo que es producida por la reducción de la sección del cauce, es la causa más común de la socavación general.

Método de Laursen

- **Socavación en lecho móvil**

Cuando parte del sedimento transportado de aguas arriba al lugar de construcción del puente o puente existente es depositado en la zona afectada de la socavación, así alcanzando un equilibrio entre la cantidad de material transportado y removido.

El software HEC-RAS V5.0.4, utiliza la versión modificada de la ecuación de Laursen, este método se usará, ya que el Río Mantaro transporta el material del lecho aguas arriba del Puente Comunero I.

$$\frac{H_s}{h_1} = \left[\frac{Q_2}{Q_1} \right]^{\frac{6}{7}} \left[\frac{B_1}{B_2} \right]^{K_1} \quad \text{Ecuación 19}$$

Donde:

Hs-h2: Profundidad media de socavación por contracción, m.

Hs: Profundidad media del flujo, m.

h1: Profundidad media de flujo en el cauce principal, aguas arriba del puente, m.

h2: Profundidad media de flujo en la sección contraída, m.

Q1: Caudal aguas arriba, m³/s.

Q2: Caudal en la sección contraída, m³/s.

B1: Ancho del cauce aguas arriba, m.

B2: Ancho del cauce en la sección contraída, restando ancho de pilares, m.

K1: Exponente en función del modo de transporte de sedimentos

Tabla 7

Valores del Coeficiente K1

V√w	k1	Modelo de transporte de sedimento de lecho
< 0.50	0.59	Mucho del material en contacto con el lecho
0.50 a 2.00	0.64	Algo de material de lecho suspendido
> 2.00	0.69	Mucho material del lecho suspendido

Nota: Adaptado de Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p.111), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, HEC-18.

Socavación en agua clara

Cuando no existe equilibrio entre la cantidad de material transportado y removido, entonces la socavación tendrá un equilibrio cuando el caudal del río es menor como para iniciar el movimiento de las partículas.

Se usará la siguiente ecuación de Laursen:

$$H_s = \left(\frac{0.025Q_2^2}{D_m^{2/3} B_2^2} \right)^{\frac{3}{7}} \quad \text{Ecuación 20}$$

2.2.7.2.2. Socavación local

La socavación local es el desplazamiento del material focalizada en los estribos, pilares, terraplenes del puente, a causa de los cambios de dirección de la corriente, turbulencia, aceleración del flujo y la obstrucción al flujo.

Se analizará:

- Socavación local en pilares
- Socavación local en estribos

Método CSU

El software HEC-RAS V5.0.4, utiliza para la socavación local de los estribos y pilares, el método de la Universidad Estatal de Colorado (CSU).

$$\frac{y_s}{h} = 2.0K_f K_\phi K_c K_a \left(\frac{h}{a}\right)^{0.65} Fr^{0.43} \quad \text{Ecuación 21}$$

Donde:

y_s : Profundidad de socavación (m).

h : Profundidad de flujo aguas arriba del pilar (m).

K_f o K_1 : Factor de corrección por forma del pilar.

K_ϕ o K_2 : Factor de corrección por ángulo de ataque del flujo.

K_c o K_3 : Factor de corrección por forma del lecho.

K_a o K_4 : Factor de corrección por acorazamiento del lecho.

a : Ancho del pilar (m).

l : Longitud del pilar (m).

Fr : Número de Froude, aguas arriba del pilar.

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gh}} \quad \text{Ecuación 22}$$

Donde:

V : Velocidad media del flujo directamente aguas arriba del pilar

1. Para el factor de corrección por forma del pilar (K_f o K_1)

Se utilizará la tabla N°00, cuando el ángulo de ataque menor que 5°.

Tabla 8

Factor de Corrección por la Forma del Pilar K_f

Forma de la pila	K_f
Nariz cuadrada	1.1
Nariz redonda	1.0

Cilíndrica	1.0
Punta aguda	0.9
Grupo de cilindros	1.0

Nota: Adaptado de Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p.137), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, HEC-18.

2. Para el factor de corrección por ángulo de ataque del flujo ($K\phi$ o $K2$)

El factor de corrección $K\phi$ es para ángulos mayores, por ende, el factor de corrección K_f debe tomar el valor de 1.0 y solo debe emplearse si en toda la longitud de la pila influyen las condiciones de flujo, ya que el factor de corrección puede ser menor.

Tabla 9

Factor de Corrección por el Ángulo de Ataque del Flujo $K\phi$

Ángulo de ataque	$l/a=4$	$l/a=8$	$l/a=12$
0°	1.00	1.00	1.00
15°	1.50	2.00	2.50
30°	2.00	2.75	3.50
45°	2.30	3.30	1.30
90°	2.50	3.90	5.00

Nota: Adaptado de Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p.137), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, HEC-18.

Además, si:

$$\frac{l}{a} > 12$$

Ecuación 23

Se utilizarán los valores de la tabla $l/a > 12$ como máximo.

$$K_{\phi} = \left(\cos\phi + \frac{l}{a} \sin\phi \right)^{0.65}$$

Ecuación 24

3. Para el factor de corrección por la forma del lecho (K_c o $K3$)

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC] (2008) recomienda usar el valor de 1.1, ya que considera que en las crecientes el lecho tiende a ser plano

Tabla 10

Factor de Corrección por la Forma del Lecho K_c

Condición del lecho	Altura de la duna H(pies)	K_c
Socavación en agua clara	N/A	1.1
Lecho plani y antidunas	N/A	1.1
Dunas pequeñas	$2 < H < 10$	1.1

Dunas medianas	10<H<30	1.1 a 1.2
Dunas grandes	H>30	1.3

Nota: Adaptado de Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p.138), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, HEC-18.

4. Para el factor de corrección por acorazamiento del lecho (**Ka o K4**)

Por el acorazamiento de la socavación disminuye la profundidad para los materiales del lecho con el $D50 \geq 2\text{mm}$ o $D95 \geq 20\text{mm}$.

Tabla 11

Criterios para Adoptar Ka

$D50 < 2\text{mm}$ o $D95 < 20\text{mm}$	$Ka = 1.0$
$D50 \geq 2\text{mm}$ o $D95 \geq 20\text{mm}$	$Ka = 0.4(V_R)^{0.15}$

Nota: Adaptado de Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p.138), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, HEC-18.

$$Ka = 0.4(V_R)^{0.15} \quad \text{Ecuación 25}$$

$$V_R = \left[\frac{V_1 - V_{icD50}}{V_{cD50} - V_{icD95}} \right] > 0 \quad \text{Ecuación 26}$$

$$V_{icDx} = 0.645 \left(\frac{D_x}{a} \right)^{0.053} V_{cDx} \quad \text{Ecuación 27}$$

Donde:

V_R: Relación de velocidad

V₁: Velocidad de aproximación inmediatamente aguas arriba del pilar (m/s)

V_{icDx}: Velocidad de aproximación requerida para iniciar socavación en el pilar para el tamaño Dx de las partículas de sedimento (m/s)

V_{icD95}: Velocidad de aproximación requerida para iniciar socavación en el pilar para el tamaño D95 de las partículas de sedimento (m/s)

V_{icD50}: Velocidad de aproximación requerida para iniciar socavación en el pilar para el tamaño D50 de las partículas de sedimento (m/s)

V_{cDx}: Velocidad crítica para iniciar movimiento de partículas de tamaño Dx del material del lecho (m/s)

V_{cD50}: Velocidad crítica para iniciar movimiento de partículas de tamaño D50 del material del lecho (m/s)

a: Ancho del pilar (m)

Además:

$$V_{cDx} = 6.19h^{1/6}D_x^{1/3}$$

Ecuación 28

Donde:

D_x : Tamaño de la partícula de tal manera que el x por ciento del material del lecho es más fino. (m)

h : Profundidad del agua aguas arriba del pilar sin incluir la socavación local. (m)

Teniendo como valor mínimo para $Ka=0.4$.

2.2.7.3. Evaluación estructural

2.2.7.3.1. Normas utilizadas

Para la evaluación del estado estructural del puente Comunero I, se emplea las normas y recomendaciones enumeradas a continuación. Se diferencia entre documentos referidos a la resistencia de la estructura y documentos relativos a las acciones a considerar.

2.2.7.3.2. Tipos de cargas

- Cargas Permanentes
- Cargas Variables

2.2.7.3.2.1 Cargas permanentes

Son aquellos pesos de los elementos que conforman una estructura, y actúan en todo momento, manteniéndose constante la posición y la magnitud. Están conformadas por el peso propio y carga muerta.

Peso propio (DC)

La carga se deduce de la geometría teórica de la estructura, considerando para la densidad los siguientes valores:

Se deduce de la geometría de la estructura, considerando la densidad del elemento

Cargas muertas (DW)

Son los elementos no resistentes y que, en este caso, estos elementos solo aportan cargas a la estructura.

2.2.7.3.2.2 Cargas variables

Cargas vivas de vehículos (LL)

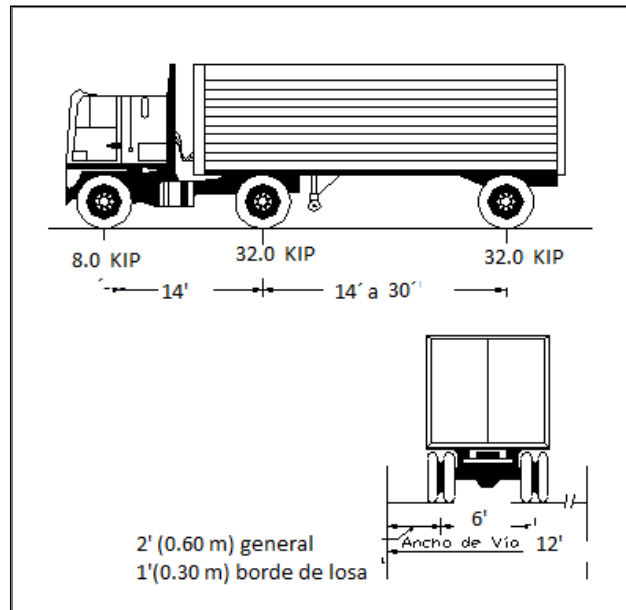
La carga viva designada es el HL-93, que consiste de una combinación de:

✓ **Camión de diseño o tándem de diseño:**

Un camión tipo de tres ejes y peso total de 32.67 ton, repartido según se indica en la siguiente figura.

Figura 33

Dibujo de las Características de Camión de Diseño



Nota: Adaptado de Manual de Puentes (p.92), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

✓ **Carga distribuida de diseño**

Una sobrecarga de 954 kg/m, distribuida en un ancho de 3,0 m en dirección transversal.

Los efectos máximos de las sobrecargas se determinarán en función del número de vías cargadas multiplicando las cargas por los factores siguientes.

Tabla 12

Presencia de Factores Múltiples, m

Número de Vías Cargadas	Presencia de Factores Múltiples, m
1	1.20
2	1.00
3	0.85

Número de Vías Cargadas	Presencia de Factores Múltiples, m
>3	0.65

Nota: Adaptado de Manual de Puentes (p.93), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

✓ **Carga dinámica permitida (IM)**

Las cargas del camión y del tándem se incrementarán por efectos dinámicos según la siguiente tabla:

Tabla 13

Incremento de la Carga Viva por Efectos Dinámicos (IM)

Componente	Porcentaje (IM)
Elementos de unión en el tablero (para todos los estados límites)	75%
Para otros elementos	
- Estados límites de fatiga y fractura	15%
- Otros estados límite	33%

Nota: Adaptado de Manual de Puentes (p.97), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

2.2.7.3.2.3 Fuerzas de frenados (BR)

El esfuerzo de frenado se estima en una fuerza horizontal cuyo valor resulta igual al máximo de los siguientes valores:

- un 25% de la sobrecarga del camión
- un 25% de la sobrecarga del tándem
- un 5% de la sobrecarga uniforme más el camión
- un 5% de la sobrecarga uniforme más el tándem

A las fuerzas anteriores se les aplica el factor de simultaneidad de vías cargadas, pero no el coeficiente de amplificación dinámica.

2.2.7.3.2.4 Cargas peatonales (PL)

Se aplica una carga peatonal de 0.075 ksf (366 kgf/m²) en veredas de un ancho mayor a 0.60 m, en los tramos que resulten desfavorables en cada caso y simultáneamente con las cargas vivas de vehículos.

2.2.7.3.2.5 Cargas de viento: (WL)

Se considera las siguientes ecuaciones del Manual de Puentes, la velocidad del viento igual a:

$$V_{DZ} = 2.50 V_0 \left(\frac{V_{30}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_0} \right)$$

Ecuación 29

donde:

V_{DZ} = Velocidad de viento de diseño a la altura de diseño, Z (mph);
(km/h)

V_{30} = Velocidad del viento a 30.0 ft sobre el nivel bajo del terreno o sobre nivel de agua de diseño (mph).

V_B = Velocidad base de viento igual a 100 mph a 30.0 ft de altura, con la cual se obtiene las presiones de diseño especificada en los Artículos 2.4.3.10.1.2.1 y 2.4.3.10.1.2.2 (3.8.1.2.1 y 3.8.1.2.2 AASHTO).

Z= Altura de la estructura en la cual se están calculando las cargas de viento, medida desde la parte baja del terreno o del nivel del agua, > 30.0 ft.

V_0 = Velocidad friccional, una característica meteorológica tomada como se especifica en la Tabla 2.4.3.10.1.1-1, para diferentes características de la superficie contra el viento (mph).

Z_0 = longitud de fricción que trae el viento aguas arriba, una característica meteorológica del viento tomada como se especifica en la tabla 2.4.3.10.1.1-1, (ft).

Tabla 14

Valores Constantes V_0 y Z_0

Condición	Terreno abierto	Área Suburbana	Área
	Área Suburbana		Suburbana
V	8.20 mph	10.90 mph	12.00 mph
Z	0.23 ft	3.28 ft	8.20 ft

Nota: Adaptado de Manual de Puentes (p.106), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

La presión del viento resulta igual a:

$$P_D = P_B \left(\frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2 = P_B \frac{V_{DZ}^2}{10,000}$$

Ecuación 30

Los valores de P_B se obtienen de la tabla siguiente:

Tabla 15*Presiones básicas, PB Correspondiente a una Velocidad VB = 100 mph*

Componente Estructural	Presión por Barlovento	Presión por Sotavento
Reticulados, columnas y arcos	0.050 ksf	0.025 ksf
Vigas	0.050 ksf	NA
Superficies de pisos largos	0.040 ksf	NA

Nota: Adaptado de Manual de Puentes (p.107), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

2.2.7.3.2.6 Efecto de sismo (EQ)

Para determinar los efectos causados por un sismo severo, se ha realizado un análisis sísmico dinámico según lo establece el Manual de Puentes. Las fuerzas sísmicas son el resultado de la multiplicación de las masas efectivas del puente y sus respectivas aceleraciones espectrales.

- Espectro de diseño

El diseño sísmico se obtiene mediante la estimación del coeficiente de aceleración A_s , coeficiente de aceleración S_{DS} para periodos cortos (0.2s) y coeficiente de aceleración S_{D1} para un periodo de 1.0s. Los coeficientes se obtienen de la siguiente formula:

$$A_s = F_{pga}PGA \quad \text{Ecuación 31}$$

$$S_{DS} = F_a \quad \text{Ecuación 32}$$

$$S_{D1} = F_y S_1 \quad \text{Ecuación 33}$$

Donde:

PGA = Se obtiene de la ordena para 0.0s del espectro de peligro uniforme ($T_r = 1000$ años) para roca (g).

S_S = Se obtiene determinando el valor de la ordenada para 0.2s del espectro de peligro sísmico ($T_r = 1000$ años) para roca (g).

S_1 = Se obtiene determinando el valor de la ordenada para 1.0s del espectro de peligro sísmico ($T_r = 1000$ años) para roca (g).

Los Coeficientes F_{pga} , F_a y F_v , para obtener las aceleraciones espectrales en cualquier tipo de suelo a partir del espectro en suelo tipo B.

Tabla 16

Valores de Factores de Sitio, F_{pga} En Periodo – Cero en el Espectro de Aceleración

Clase de Sitio	Coeficiente Aceleración Pico Terreno (PGA)				
	PGA < 0.10	PGA = 0.20	PGA = 0.30	PGA = 0.40	PGA > 0.50
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	*	*	*	*	*

Nota: Adaptado de Manual de Puentes (p.113), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

Tabla 17

Valores de Factores de Sitio, F_v , para Rango de Periodo Largo en el Espectro de Aceleración

Clase de Sitio	Coeficiente Aceleración Espectral en Periodo 1.0 sec (S_1)				
	$S_1 < 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 > 0.50$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F ²	*	*	*	*	*

Nota: Adaptado de Manual de Puentes (p.113), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

Dado que los F_{pga} , F_a y F_v , son iguales a la unidad (1.00), se procede a determinar parámetros para el diseño del espectro de respuesta de aceleraciones, tales como: coeficiente de aceleración A_s , SDS para periodos cortos (0.20s), $SD1$ para 1.0s de periodo T , T_0 y TS .

Donde:

A_s = Coeficiente de aceleración.

S_{DS} = Ordenada espectral del espectro de respuesta de aceleraciones para periodos cortos (g).

S_{D1} = Ordenada espectral del espectro de respuesta de aceleraciones para 1s de periodos (g).

T = Periodo fundamental de la estructura (s).

T_0 = Periodo de inicio de la platea de periodos cortos (s).

T_S = Periodo final de la platea de periodos cortos (s)

$$T_0 = 0.20 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad \text{Ecuación 34}$$

$$T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad \text{Ecuación 35}$$

Luego de determinado los parámetros señalados, las ordenadas del espectro de respuesta de diseño (C_{sm}) se determinará teniendo en cuenta siguiente formula:

$$C_{sm} = (S_{DS} - A_S) \frac{T}{T_0} + A_S \quad T \leq T_0 \quad \text{Ecuación 36}$$

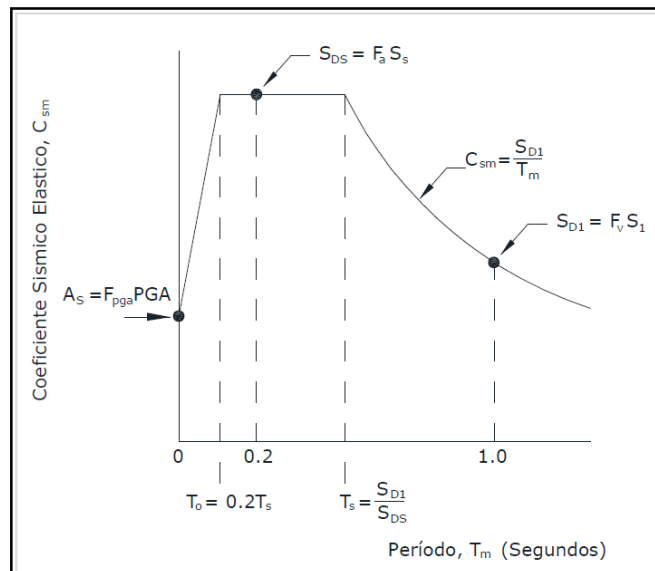
$$C_{sm} = S_{DS} \quad T_0 \leq T \leq T_S \quad \text{Ecuación 37}$$

$$C_{sm} = \frac{S_{D1}}{T} \quad T \geq T_S \quad \text{Ecuación 38}$$

El espectro de respuesta a considerar tiene la siguiente forma:

Figura 34

Grafico del Espectro de Respuesta



Nota: Adaptado de Manual de Puentes (p.114), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

2.2.7.4. Control del espesor de la capa seca de la pintura

Para el control del espesor de la pintura se realizarán los siguientes trabajos:

- Medición del grosor de pintura.
- Verificación de las patologías presentadas

Ya que la protección y durabilidad de la infraestructura es de mucha importancia.

Por lo general, el espesor de las pinturas aplicadas sobre las superficies son medidas en milésimas de pulgada (mils), y para su verificación de los espesores se realizará con algunas técnicas no destructivas, como los medidores y para pinturas de otro tipo se emplearán mediciones a base de calas y por medio longímetros especiales provistos de lentes de aumento.

2.2.7.4.1. Normas utilizadas

Para el control del espesor de la capa seca de la pintura del puente Comunero I, se emplea los criterios técnicas y recomendaciones de las normas: SSPC PA2 - 2004 – ASTM D7091.

2.2.7.4.2. Desarrollo de control de espesor de la capa de pintura

Variación de espesor de capa de pintura

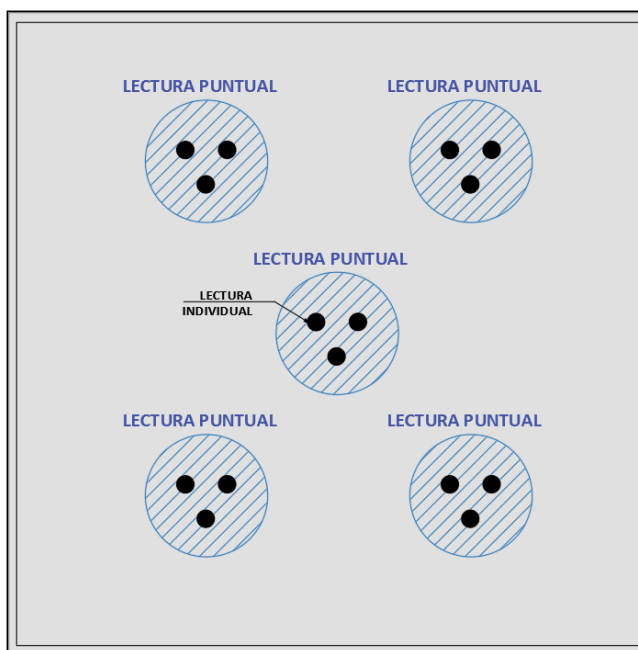
Se aplicará un espesor mínimo de 80% y un espesor máximo de 120% del especificado que permite la exactitud y se refiere la NORMA SSPC PA2 - 2004, usando un diámetro de 4 cm en los diferentes puntos individuales del área seleccionada de 10 m².

Conformidad del espesor especificado

Se realizará las 5 lecturas puntuales, cada lectura puntual tendrá 3 lecturas individuales para cualquier área de 10 m², sacando de esta última lectura los promedios que se someterán a la variación de espesor mínimo y máximo de 80% y 120% respectivamente de la medida especificada, así mismo se obtendrá el promedio de las lecturas puntuales que variará en un rango mínimo y máximo de la medida específica.

Figura 35

Dibujo de la Lectura del Espesor de Pintura



Nota: Lectura puntual y lectura individual del espesor de capa de pintura. Elaboración propia.

2.2.8. Rehabilitación en Puentes

La rehabilitación de un puente comprende las mejoras de las condiciones iniciales de resistencia y rigidez que tienen como objetivo:

- Rescatar la capacidad de carga sobre los elementos dañados por algún evento externo o por un mal proceso constructivo.
- Ampliar las capacidades de cargas mediante ampliaciones o modificaciones del tablero.
- Proveer de posibilidades al estado de la estructura del puente mediante el análisis de su estado actual utilizando las normas técnicas y códigos de construcción.

La rehabilitación permitirá restablecer la capacidad resistente y funcional de una estructura además de prolongar su vida útil para puentes que se encuentran en un estado deterioro o desuso.

Los términos como reparación y reforzamiento se relacionan a la rehabilitación, mediante los trabajos implicados en la conservación y prolongación de la vida de un puente. De tal manera los trabajos de rehabilitación conllevan a un reajuste del comportamiento estructural, para admitir una mayor carga. Este proceso conlleva a una evolución de

todos los componentes de la infraestructura los cuales tienen una consideración de carácter económico para su aplicación.

2.2.8.1. Rehabilitación del puente Comunero I

En esta fase se fija el objetivo de la rehabilitación, luego de realizar el análisis de las alternativas de valoración técnica y económica, se opta por tomar la decisión de reparar o modificar la estructura hasta llevarla a una condición deseada.

Para el entendimiento de los términos: reparar y reforzar, se aclara su significado:

- Reparar: reemplazar o corregir materiales, componentes o elementos de una estructura deteriorados, dañados o defectuosos.
- Reforzar: Incrementar o restablecer la capacidad de una estructura o de una porción de ella.

Siendo como objeto de estudio el Puente Comunero I, se realizó la recopilación de datos, donde se concluye que fue reparado y reforzado en la cara superior e inferior de la losa con:

- Las fisuras fueron inyectadas para devolver el monolitismo y la capacidad mecánica de la losa.
- Recubrimiento de sellado MAPEWRAP PRIMER. Resina imprimadora epoxi de baja viscosidad. En todo el perímetro de la bruña.
- Adhesivo y regularizador de superficie MAPEWRAP 11-12. Masilla epoxi estructural adhesiva. Hasta rellenar por completo la bruña.
- Barras de fibra de carbono pultrusionada e impregnada de resina epoxi MAPEROD C. Este tipo de barra está protegida por una película de plástico removible.
- Capa de regulación de la superficie con mortero cementicio de reparación, de un solo componente, de concentración compensada, de fraguado rápido, reforzada con fibras, modificado con polímeros y de gran espesor, con un inhibidor de corrosión (PLANITOP X o XS) para la nivelación de la superficie

de concreto con las alas de los perfiles metálicos transversales (vigas de arriostramiento transversal de la losa).

- Recubrimiento de sellado MAPEWRAP PRIMER. Resina imprimadora epoxi de baja viscosidad. Una capa de ancho de cada lámina (100 mm).
- Adhesivo y regularizador de superficie ADESILEX. Masilla epoxi estructural adhesiva. Dos capas de ancho de cada lámina (100mm).
- Lámina de fibra de carbono pultrusionada e impregnada de resina epoxi CARBOPLATE E 170. La superficie de platina está protegida por una película de plástico removible.

2.2.8.1.1. Reforzamiento con CFRP

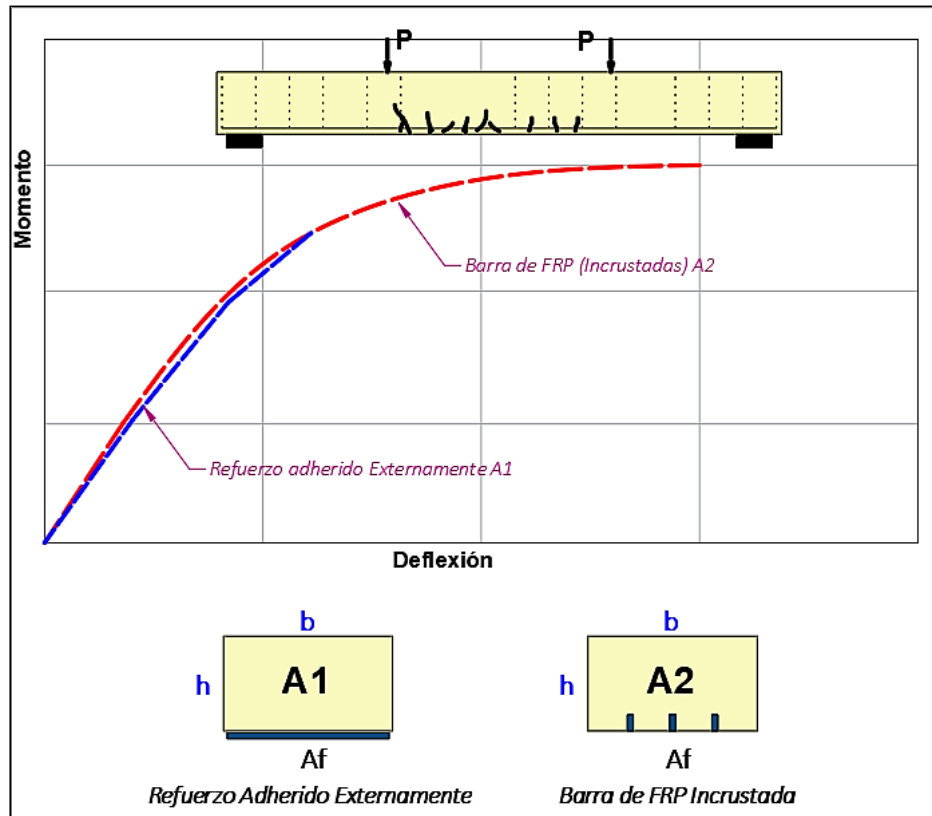
Los refuerzos de CFRP, son diseñados para resistir las fuerzas a tracción a medida que se preserva la compatibilidad de deformación entre el CFRP y el sustrato de concreto, sin embargo, debe despreciarse a la compresión del refuerzo de CFRP.

Estos no deben causar la falla del elemento estructural bajo la carga de servicio, para ello se diseña en base a los estados límites, estableciendo factores de seguridad frente a la ocurrencia de los estados límites (deflexiones excesivas y agrietamiento) y estados últimos (falla y fatiga), evaluando la resistencia del elemento reforzado, posibles modos de falla y los esfuerzos de los materiales.

Así el sistema de Refuerzo tiene que ser diseñado por los requerimientos de resistencia y de servicio, usando los factores de carga y esfuerzo, establecidos en el ACI 440.2R-08.

Figura 36

Dibujo de la Barra de Refuerzo CFRP y Refuerzo Adherido



Nota: Adaptado de experiencia peruana en el diseño de aplicación de reforzamiento estructural con fibra de carbono [Diapositiva PowerPoint], por Baca E, 2010, ACI-Perú.

Fortalecimiento de los límites

Se debe considerar cuidadosamente para determinar límites de refuerzo razonables. Estos límites se imponen para proteger contra el colapso de la estructura en caso de que se unan u otros

Selección del sistema CFRP

Las consideraciones afectan únicamente resinas y fibras de diversas propiedades de sistemas. La mecánica CFRP (por ejemplo, deformación por tracción y fuerza, máxima tracción, modulo elástico) de los algunos sistemas

Tabla 18

Factor de Reducción Ambiental para Varios Sistemas de CFRP y Condiciones de Exposición

Condiciones de Exposición	Tipo de Fibra	Factor de reducción ambiental C_E
Exposición en Interiores	Carbono	0.95

Condiciones de Exposición	Tipo de Fibra	Factor de reducción ambiental C_E
Exposición exterior (puentes, pilas y estacionamientos no cerrados)	Carbono	0.85
Ambiente agresivo (plantas químicas y plantas de tratamiento de aguas)	Carbono	0.85

Nota: Adaptado del informe del comité de ACI (p.26), por ACI440-2R08, 2008, ACI

Refuerzo a flexión

El refuerzo CFRP proporciona un incremento del 40% a la resistencia a flexión, cuando se adhiere las fibras en la cara a tensión, a lo largo del elemento estructural de concreto. Según el ACI 440 2R-08 (2008) se debe ser comparado con la siguiente ecuación:

$$\phi Mn \geq Mu$$

Ecuación 39

Donde:

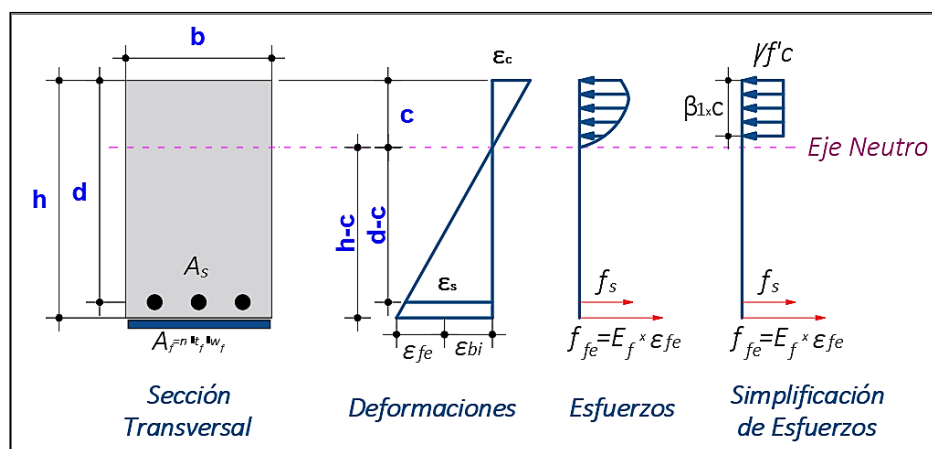
Mn = Esfuerzo Nominal del elemento

Mu = Momento calculado de las cargas factoradas como momentos de carga viva más carga muerta.

Además, la resistencia se reduce por factores $\Psi_f=0.85$, el cual debe ser aplicado al refuerzo CFRP para mejorar la confiabilidad de la predicción del refuerzo considerando los diferentes tipos de falla observados para el refuerzo con CFRP.

Figura 37

Diagrama de Bloques en Viga con CFRP



Nota: Elaboración propia.

Propiedades del material de diseño

Son las propiedades del material informadas por los fabricantes, y deben de considerarse como propiedades iniciales.

Tenemos las siguientes ecuaciones:

- Resistencia ultima de diseño a tensión:

$$f_{fu} = CE f^*_{fu} \quad \text{Ecuación 40}$$

Donde:

f_{fu} = Resistencia ultima de diseño a tensión

CE = Coeficiente de reducción ambiental

f^*_{fu} = Resistencia última del material CFRP según fabricante

- Deformación unitaria de ruptura de diseño:

$$\varepsilon_{fu} = CE \varepsilon^*_{fu} \quad \text{Ecuación 41}$$

Donde:

ε_{fu} = Deformación de ruptura de diseño del refuerzo CFRP

CE = Coeficiente de reducción ambiental (ver tabla 6)

ε^*_{fu} = Deformación ultima de ruptura del refuerzo CFRP

- Módulo de elasticidad a tensión

$$E_f = \frac{f_{fu}}{\varepsilon_{fu}} \quad \text{Ecuación 42}$$

Donde:

E_f = Modulo de elasticidad a tensión del refuerzo CFRP

f_{fu} = Resistencia ultima de diseño a tensión

ε_{fu} = Deformación de ruptura de diseño de refuerzo CFRP

Modos de falla del refuerzo CFRP

Debido a que la resistencia a flexión de una sección depende del control del modo de falla, es importante saber cómo puede fallar el refuerzo CFRP, según la siguiente ecuación:

$$\varepsilon_{fd} = 0.41 \sqrt{\frac{f'_c}{nE_f t_f}} \leq 0.90 \varepsilon_{fu} \quad \text{Ecuación 43}$$

Donde:

ε_{fd} = deformación unitaria por pérdida de adherencia del refuerzo CFRP

f'_c = resistencia a compresión del concreto

n = número de capas del refuerzo CFRP

E_f = módulo de elasticidad a tensión del refuerzo CFRP

t_f = espesor nominal de una capa de refuerzo CFRP

ϵ_{fu} = deformación de ruptura de diseño del refuerzo CFRP

Principios de diseño con refuerzo CFRP externamente adherido

La deformación efectiva del refuerzo CFRP en su estado límite último se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\epsilon_{fe} = \epsilon_{cu} \left(\frac{d_f - c}{c} \right) - \epsilon_{cu} \leq \epsilon_{fd} \quad \text{Ecuación 44}$$

Donde:

ϵ_{fe} = deformación efectiva del refuerzo CFRP alcanzada en la falla

ϵ_u = deformación unitaria del concreto

d_f = altura efectiva del refuerzo CFRP a flexión

c = distancia desde la fibra extrema a compresión al eje neutro

ϵ_{bi} = deformación en el concreto al momento de colocar el refuerzo CFRP

ϵ_{fd} = deformación del refuerzo CFRP en falla por falta de adherencia

Nivel de tensión en el refuerzo CFRP

La deformación máxima que puede tener el refuerzo CFRP, antes que la sección falle por flexión se obtiene por la siguiente ecuación:

$$f_{fe} = E_f \epsilon_{fe} \quad \text{Ecuación 45}$$

Donde:

f_{fe} = esfuerzo efectivo en el refuerzo CFRP alcanzado en la sección al momento de la falla

E_f = módulo de elasticidad a tensión del refuerzo CFRP

ϵ_{fe} = deformación efectiva en el refuerzo CFRP alcanzado al momento de falla

Factor de reducción de fuerza en el refuerzo CFRP

Si la deformación unitaria del acero falla por aplastamiento, o falla el refuerzo CFRP, incluyendo delaminación o pérdida de adherencia, en el punto del concreto, entonces tendrá una ductilidad adecuada, según la definición de una sección controlada por tensión es por lo menos 0.005, de acuerdo al ACI, por lo que se debe utilizar el factor de reducción ϕ que se define en la siguiente ecuación:

$$\phi = \left\{ \begin{array}{l} 0.90 \text{ para } \epsilon_t \geq 0.005 \\ 0.65 + \frac{0.25(\epsilon_t - \epsilon_{sy})}{0.005 + \epsilon_{sy}} \text{ para } \epsilon_{sy} < \epsilon_t < 0.005 \\ 0.65 \text{ para } \epsilon_t \leq \epsilon_{sy} \end{array} \right\} \quad \text{Ecuación 46}$$

Donde:

ϕ =factor de reducción de resistencia según ACI

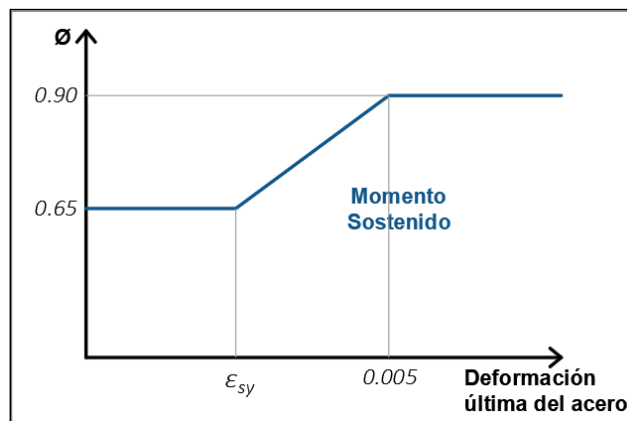
ϵ_t =deformación unitaria del acero en tensión

ϵ_{sy} =deformación unitaria del acero correspondiente al punto fluencia

Esta ecuación fija el factor de reducción en 0.90 para secciones dúctiles, 0.65 para secciones frágiles donde el acero no fluye y provee una transición lineal para el factor de reducción entre los dos extremos.

Figura 38

Grafico del Factor de Reducción



Nota: Elaboración propia.

Para evitar deformaciones inelásticas en el concreto reforzado con refuerzo externo CFRP, se debe evitar que el acero interno de refuerzo fluya bajo las cargas de servicio, especialmente en elementos expuestos a cargas cíclicas. El esfuerzo en el acero debe ser limitado al 80 por ciento de su resistencia a la fluencia según la ecuación

$$f_{s,s} \leq 0.80 f_y \quad \text{Ecuación 47}$$

Donde:

$f_{s,s}$ = esfuerzo en acero de refuerzo con cargas de servicio

f_y = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo

Y el esfuerzo a compresión del concreto debe estar limitado al 45% de su resistencia a la compresión según la ecuación:

$$f_{c,s} \leq 0.45 f'_c \quad \text{Ecuación 48}$$

Donde:

$f_{c,s}$ = esfuerzo de compresión del concreto en condición de servicio

f'_c = resistencia a compresión del concreto

El esfuerzo sostenido para mantener el nivel de seguridad debe ser limitado según la ecuación:

$$f_{f,s} < \text{momento sostenido más esfuerzo límite cíclico}$$

Donde:

$f_{f,s}$ = esfuerzo en refuerzo CFRP dentro del rango elástico

Límite de tensión por fatiga y rotura por fluencia

Tabla 19

Límite de Tensión de Carga de Servicio Sostenida más Cíclica de CFRP

Tipo de Esfuerzo	Tipo de Fibra		
	GFRP	AFRP	CFRP
Momento sostenido más límite de esfuerzo cíclico	0.20 f_{tu}	0.30 f_{tu}	0.55 f_{tu}

Nota: Adaptado del informe del comité de ACI (p.30), por ACI440-2R08, 2008, ACI

Donde:

f_{tu} = esfuerzo de diseño último a tensión del refuerzo CFRP

Resistencia máxima de una sección rectangular reforzada

La deformación del refuerzo CFRP se calcula con la siguiente ecuación:

$$\epsilon_{fe} = \epsilon_{cu} \left(\frac{d_f - c}{c} \right) - \epsilon_{cu} \leq \epsilon_{fd} \quad \text{Ecuación 49}$$

Donde:

ϵ_{fe} = deformación efectiva del refuerzo CFRP alcanzada en la falla

ϵ_u = deformación unitaria del concreto

d_f = altura efectiva del refuerzo CFRP a flexión

c = distancia desde la fibra extrema a compresión al eje neutro

ϵ_{bi} = deformación en el concreto al momento de colocar el refuerzo CFRP

ϵ_{fd} = deformación del refuerzo CFRP en falla por falta de adherencia

La deformación unitaria del acero se determina basándose en la deformación unitaria del refuerzo CFRP utilizando compatibilidad de deformaciones con la siguiente ecuación:

$$\epsilon_s = (\epsilon_{fe} + \epsilon_{bi}) \left(\frac{d-c}{d_f-c} \right) \quad \text{Ecuación 50}$$

Donde:

ϵ_s = deformación del acero de refuerzo

ϵ_{fe} = deformación efectiva del refuerzo CFRP

- Calcular el nivel de esfuerzo asociado en cada material.

$$f_{fe} = E_f \epsilon_{fe} \quad \text{Ecuación 51}$$

Donde:

f_{fe} = esfuerzo efectivo del refuerzo CFRP en la sección de falla

E_f = módulo de elasticidad a tensión del refuerzo CFRP

ϵ_{fe} = deformación efectiva del refuerzo CFRP

El esfuerzo en el acero se determina con la deformación del acero utilizando la curva esfuerzo-deformación, con la ecuación:

$$f_s = E_s \epsilon_s \leq f_y \quad \text{Ecuación 52}$$

Donde:

f_s = esfuerzo del acero de refuerzo

E_s = módulo de elasticidad a tensión del acero de refuerzo

ϵ_s = deformación del acero de refuerzo

- El acero de refuerzo para la profundidad asumida del eje neutro, el equilibrio de fuerzas internas se revisa utilizando la siguiente ecuación

$$c = \frac{A_s f_s + A_f f_{fe}}{\alpha_1 f'_c \beta_1 b} \quad \text{Ecuación 53}$$

Donde:

c = distancia desde la fibra extrema a compresión al eje neutro

A_s = área de acero de refuerzo

f_s = esfuerzo del acero de refuerzo

A_f = área de refuerzo CFRP

f_{fe} = esfuerzo efectivo del refuerzo CFRP en la sección de falla

α_1 = factor del f'_c para calcular intensidad del rectángulo equivalente de esfuerzos de concreto.

f'_c = resistencia a compresión del concreto

β_1 = proporción entre la profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos y la profundidad del eje neutro.

b = ancho de la cara a compresión del elemento

- Resistencia nominal a flexión de la sección reforzada externamente con CFRP utilizando la ecuación:

$$M_n = A_s f_s \left(d - \frac{\beta_1 c}{2} \right) + \Psi_f A_f f_{fe} \left(h - \frac{\beta_1 c}{2} \right) \quad \text{Ecuación 54}$$

Donde:

M_n = resistencia nominal a flexión

A_s = área de acero de refuerzo

f_s = esfuerzo del acero de refuerzo

d = distancia desde la fibra extrema a compresión hacia el centroide del refuerzo a tensión.

c = distancia desde la fibra extrema a compresión al eje neutro

β_1 = proporción entre la profundidad del bloque rectangular equivalente

Ψ_f = factor de reducción de resistencia del refuerzo CFRP para flexión

A_f = área del refuerzo CFRP

f_{fe} = esfuerzo efectivo del refuerzo CFRP en la sección de falla

h = altura o ancho del elemento

- Para el cálculo del esfuerzo en el acero de refuerzo bajo las cargas de servicio se basa en el análisis de una sección fisurada de la sección de concreto reforzada con refuerzo CFRP utilizando la ecuación:

$$f_{s,s} = \frac{[M_s + \varepsilon_{bi} A_f E_f \left(d_f - \frac{kd}{3} \right)] (d - kd) E_s}{A_s E_s \left(d - \frac{kd}{3} \right) (d - kd) + A_f E_f \left(d_f - \frac{kd}{3} \right) (d_f - kd)} \quad \text{Ecuación 55}$$

Donde:

$f_{s,s}$ = esfuerzo en el acero de refuerzo bajo cargas de servicio

M_s = momento de servicio de la sección

ε_{bi} = deformación en el concreto al momento de colocar el refuerzo CFRP

A_f = área de refuerzo CFRP

E_f = módulo de elasticidad a tensión del refuerzo CFRP

d_f = altura efectiva del refuerzo CFRP a flexión

k = proporción entre la profundidad del eje neutro y de la profundidad del refuerzo medido desde la fibra extrema a compresión.

d = distancia desde la fibra extrema a compresión hacia el centroide del refuerzo a tensión.

E_s = módulo de elasticidad del acero de refuerzo

A_s = área de acero de refuerzo

- Esfuerzo en CFRP debido a cargas de servicio. Este esfuerzo se calcula utilizando la ecuación:

$$f_{f,s} = f_{s,s} \left(\frac{E_f}{E_s} \right) \frac{d_f - kd}{d - kd} - \epsilon_{bi} E_f \quad \text{Ecuación 56}$$

Donde:

$f_{f,s}$ = esfuerzo en el refuerzo CFRP dentro del rango elástico

$f_{s,s}$ = esfuerzo en el acero de refuerzo bajo cargas de servicio

E_f = módulo de elasticidad a tensión del refuerzo CFRP

E_s = módulo de elasticidad del acero de refuerzo

d_f = altura efectiva del refuerzo CFRP a flexión

k = proporción entre la profundidad del eje neutro y de la profundidad del refuerzo medido desde la fibra extrema a compresión.

d = distancia desde la fibra extrema a compresión hacia el centroide del refuerzo a tensión.

ϵ_{bi} = deformación en el concreto al momento de colocar el refuerzo CFRP

Este esfuerzo debe cumplir con el límite impuesto por la ecuación:

$$f_{f,s} < \text{momento sostenido más esfuerzo límite cíclico}$$

Donde:

$f_{f,s}$ = esfuerzo en refuerzo CFRP dentro del rango elástico

2.2.9. Conservación de Puentes

2.2.9.1. Mantenimiento de puentes

El mantenimiento de puentes presenta como objetivos generales los siguientes:

- Asegurar la capacidad portante de la estructura del puente, para evitar daños a terceros.

Con esto se obtiene un grado adecuado de seguridad, tanto para los usuarios directos como para los indirectos.

- Asegurar que el tráfico se efectúe en las mejores condiciones posibles de comodidad.

Con este objetivo es conveniente evitar limitaciones o prohibiciones de circulación sobre el puente, debido al alto costo colectivo que se podría generar.

- Preservar el valor patrimonial del puente.

Este objetivo es importante no porque en él se ha invertido un capital considerable, sino también porque algunos puentes tienen una importancia notable desde el punto de vista histórico, cultural o estético.

2.2.9.2. Ciclo de vida útil y deseable de un puente

La estimación del periodo de vida de los puentes es un elemento importante para la valoración de la probabilidad de falla, así como para la determinación de la edad de los mismos. Depende del estado en que se encuentra la estructura y de sus características funcionales, además de las medidas que se tomen para prolongarla.

2.2.9.2.1. Expectativa de vida media de los puentes existentes

En los cálculos, el “periodo” es la estimación de vida esperada para los puentes, alrededor de 100 a 200 años, sin embargo, los resultados podrían ser distintos, ya sean por diferentes causas; dependiendo de la duración de la vida media elegida. se aplica a las nuevas construcciones de puentes, como un verdadero periodo de vida esperado.

En los últimos años, los puentes construidos actualmente no son duraderos, a consecuencia de que colapsan, y se hace comparación con los puentes que fueron construidos en el siglo XVII, que aún todavía están en pie.

En el medio digital BBC NEWS MUNDO hace una comparación, causa del fenómeno del Niño Costero, de tres puentes de Lima: Puente de Piedra, Puente Balta y el Puente Solidaridad, del cual menciona, Millán (2017) sostuvo que:

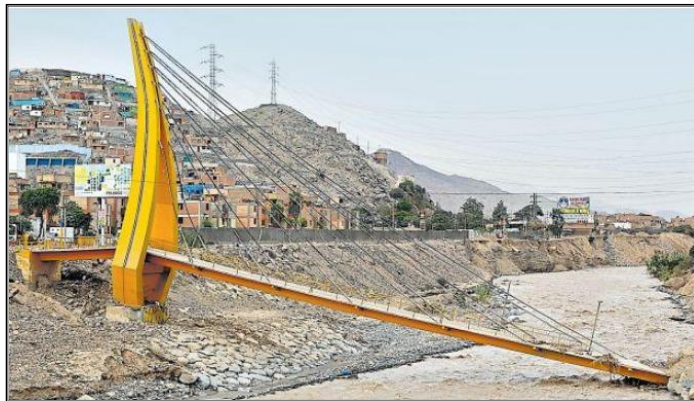
(...) el Puente Solidaridad, construido en 2007, no logró aguantar el rigor del río crecido y se desplomó (...), mientras que los otros dos, que también soportaron la misma corriente caudalosa y que

fue construido en el siglo XVII y XIX, persistiendo sin ningún tipo de dificultad. (...)

Como se puede apreciar en la figura 39, el colapso de Puente Solidaridad. Mientras tanto se pueden ver en las figuras 40 y 41, el Puente Balta fue entregado en el año 1869 y el Puente de Piedra fue construido en el año 1610, hasta la actualidad siguen en funcionamiento.

Figura 39

Fotografía del Puente Solidaridad



Nota: Adaptado de Perú: cómo un puente del siglo XVII resistió más que uno moderno a las fuertes inundaciones en Lima, por Alejandro Millán, 2017, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-39381349>.

Figura 40

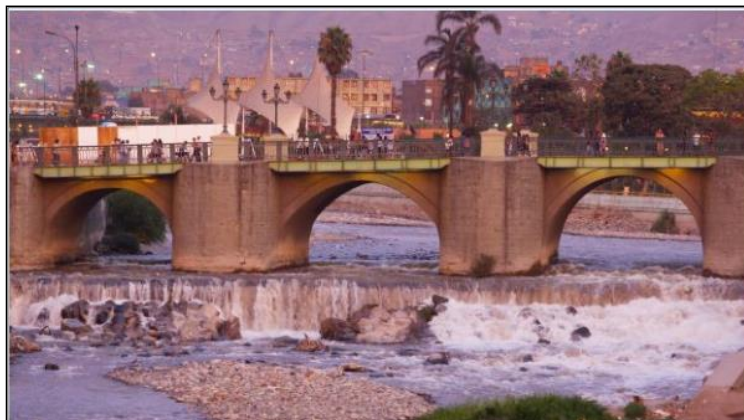
Fotografía del Puente Balta



Nota: Adaptado de Perú: cómo un puente del siglo XVII resistió más que uno moderno a las fuertes inundaciones en Lima, por Alejandro Millán, 2017, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-39381349>.

Figura 41

Fotografía del Puente de Piedra



Nota: Adaptado de Perú: cómo un puente del siglo XVII resistió más que uno moderno a las fuertes inundaciones en Lima, por Alejandro Millán, 2017, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-39381349>.

2.2.9.2.2. Tasa anual de sustitución

La tasa anual de sustitución de los puentes, es el resultado entre el número de puentes sustituidos al año y el número total de puentes existentes.

Según las investigaciones realizadas las conclusiones obtenidas no son muy exactas, porque la cantidad de puentes no es constante. Ya que el periodo de vida de la mayoría de los puentes es ciertamente más corto, parece que el costo anual de las sustituciones no está determinado por la edad de aquéllos, sino por otras consideraciones. Sin embargo, cada vez hay más puentes que necesitan ser sustituidos, es muy posible que este costo anual tendrá que incrementarse considerablemente en el futuro con la finalidad de evitar limitaciones del tráfico.

En el Perú los puentes que van a ser sustituidos, son generalmente, por los puentes Baileys o puentes metálicos prefabricados, para no tener inconvenientes con las conexiones entre localidades dentro del país.

Ubicado en el departamento de La Libertad, el puente conecta las provincias de Trujillo con Virú, esta infraestructura tenía más de 50 años, como se puede observar en la figura 42, el colapso del Puente Virú el 18 de marzo del 2017, este mismo fue sustituido tal como se puede apreciar en la figura 43, por un puente Bailey para luego ser puesta a servicio.

Figura 42

Fotografía del Colapso del Puente Virú



Nota: Adaptado de así luce el colapsado puente Virú en La Libertad, por TV Virú, 2017, <https://rpp.pe/peru/desastres-naturales/facebook-asi-luce-el-puente-el-colapsado-puente-viru-en-la-libertad-fotos-y-video-noticia-1037985>, RPP noticias.

Figura 43

Fotografía del Nuevo Puente Virú



Nota: Sustitución por un puente Bailey después del colapso del puente Virú. Adaptado de construcción del Puente Virú iniciará el último trimestre de 2019, revista Perú construye, 2019, <https://peruconstruye.net/2019/09/03/mtc-construccion-del-puente-viru-iniciara-el-ultimo-trimestre-de-2019/>.

2.2.9.2.3. Causas de las sustituciones

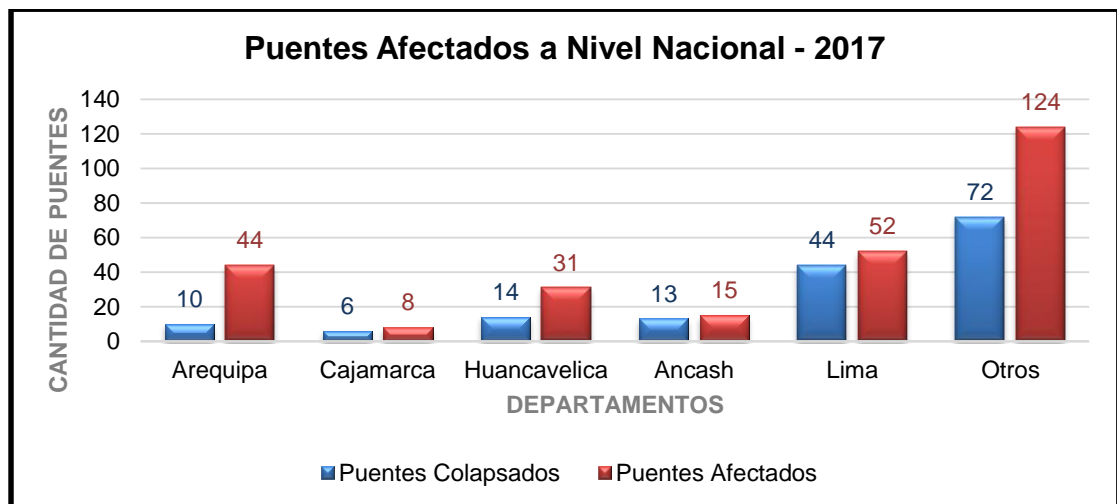
Existen diversas de causas por la que se realizan las sustituciones en los puentes, ya sean vehiculares o peatonales, este es un problema grave del cual se debe analizar, ya que genera una pérdida en el sector económico, social y político.

Las causas y razones se pueden clasificar en diferentes categorías, en este sentido, Baquedano (1982) sostiene al respecto que:

- Colapsos de la estructura, esto se debe a los errores en el proyecto o ejecución, o al deterioro de los materiales.
- Colapsos debidos al aumento del tráfico.
- Colapsos debido a las acciones naturales, tales como socavación de cimentaciones; acción de viento sobre algunos puentes metálicos.
- Colapsos debidos a acciones accidentales, terremotos, impactos de embarcaciones o vehículos, deslizamiento de tierras, avalanchas, etc.
- Demolición intencional por motivos estructurales con objeto de evitar el colapso.
- Demolición intencional por motivos funcionales, el puente es demasiado débil o demasiado estrecho; que tenga escaso gálibo sobre una carretera o un rio navegable, etc. (p.7).

Figura 44

Gráfico de Puente Afectados a Nivel Nacional - 2017

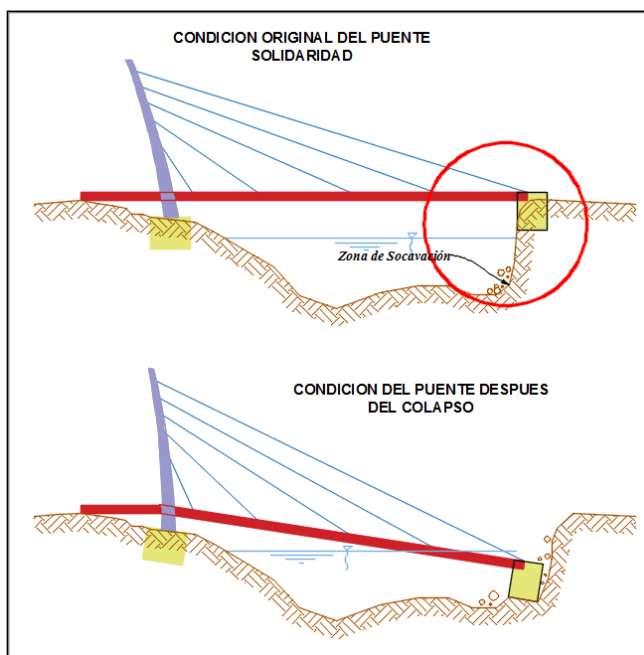


Nota: Puentes afectados a nivel nacional por el fenómeno del Niño Costero en el año 2017. El gráfico fue realizado con los datos de <https://ojo-publico.com/401/las-terribles-cifras-del-nino-costero-nivel-nacional> siendo así Elaboración Propia.

Un claro ejemplo del puente que ha sufrido este tipo de daño fue el Puente Solidaridad ubicado en Lima como se puede observar en la figura 45, a consecuencia que en los taludes fue colocada la cimentación superficialmente, de esta manera expuesto a la erosión.

Figura 45

Dibujo del Colapso Puente Solidaridad



Nota: El esquema fue realizado con los datos de <https://elcomercio.pe/lima/obras/puntos-claves-desplome-puente-solidaridad-noticia-522973-noticia/> siendo así Elaboración Propia.

2.3. Definición de Términos

a) Evaluación:

Comprende el análisis de la información recopilada de los componentes del puente en merito a un valor significativo o criterio basado a normas técnicas.

b) Rehabilitación:

Conjunto de procesos que analizan el estado de cada estructura, para luego plantear alternativas sobre una valoración técnica y económica conveniente a reparar o modificar la estructura para la obtención de una condición deseada.

c) Reparación:

Acción de corregir o reemplazar partes de un elemento de la estructura dañada o deteriorada, para ello se emplea materiales que no modifiquen su composición de la estructura existente.

d) Reforzamiento:

Procedimiento que restablece o incrementa la capacidad estructural de una estructura o parte de ella, teniendo en consideración las normas técnicas.

e) Conservación:

Es el cuidado de una estructura con el objetivo de mantener su estado ante eventos externos (clima, ambientes desfavorables, sismo, etcétera).

f) Socavación:

Es la excavación causada por el agua, el cual modifica la sección del río en los pilones y estribos de un puente, este proceso consiste en el transporte de los sedimentos mediante una capacidad potencial que posee el agua para luego depositarlo aguas abajo.

g) Patología:

Son los factores causantes de daños y de la irregularidad de una estructura o de sus elementos, pueden ser causado por: deficiencias en su diseño, mal uso de los materiales de construcción o del proceso constructivo y eventos externos (sismo, viento, etcétera).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La condición real del puente de Comunero I es confiable después de su rehabilitación, región Junín 2020.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) La situación hidrológica real del puente comunero I es compatible después de su rehabilitación, región Junín 2020.
- b) La condición estructural real del puente comunero I mejoro después de su rehabilitación.
- c) Las patologías del concreto presentado en el puente comunero I disminuyeron después de su rehabilitación, región Junín 2020.
- d) La situación real de la pintura del puente comunero I es deficiente después de su rehabilitación, región Junín 2020.

2.5. Variables

Las variables se dividen en dos grupos:

- **Variable independiente** : Rehabilitación.

- **Variables dependientes** : Condición real del Puente Comunero I.

2.5.1. Definición Conceptual de las Variables

Variable Independiente (X)

Rehabilitación.

De acuerdo con López (2015), la rehabilitación “es un conjunto de técnicas o procesos para poder recuperar la funcionalidad de una estructura, dependiendo básicamente de la causa efecto”. (p.24)

Variables Dependientes:

Condición real del Puente Comunero I

De acuerdo con Caballero et al. (2016), la condición real “está referida al estado actual de una estructura con fallas, deficiencias o comportamiento real esta condición estará referida a la evaluación tiempo espacio y puede ser variable al pasar el tiempo” (p.19).

2.5.2. Definición Operacional de las Variables

Variable Independiente

Rehabilitación.

La rehabilitación del puente está definida al margen situacional que se encuentra la estructura siendo evaluada y refaccionada a cada componente del puente.

Variable Dependiente

Condición real del Puente Comunero I

La condición real del puente de Comunero I estará evaluada en función al comportamiento hidrológico, a su análisis estructural, a su composición tecnológica del concreto y a su recubrimiento o sistema de protección que sería la pintura, dichas evaluaciones permitirán obtener mejor la condición real del pue te comunero I.

2.5.3. Operacionalización de Variables

Tabla 20

Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA				
						1	2	3	4	5
1: Variable Independiente Rehabilitación	Es un conjunto de técnicas o procesos para poder recuperar la funcionalidad de una estructura, dependiendo básicamente de la causa efecto	La rehabilitación del puente está definida al margen situacional que se encuentra la estructura siendo evaluada cada componente del puente.	Hidrológica	Caudal	HEC-RAS			X		
			Estructural	Desplazamientos	ROBOT STRUCTURAL			X		
			Inspección	Patologías	FICHAS	X				
			Pintura	Calidad	SSPC PA2		X			
1: Variable Dependiente Condición real del Puente Comunero I	. Está referida al estado actual de una estructura con fallas, deficiencias o comportamiento real esta condición estará referida a la evaluación tiempo espacio y puede ser variable al pasar el tiempo	La condición real del puente Comunero I estará evaluada en función al comportamiento hidrológico, análisis estructural, inspección visual y a su recubrimiento o sistema de protección que sería la pintura, dichas evaluaciones permitirán obtener mejor la condición real del puente Comunero I.	Subestructura	Socavación	HEC-RAS			X		
			Susceptibilidad sísmica	Comportamiento dinámico	ROBOT STRUCTURAL			X		
			Materiales	Deterioro	FICHAS	X				
			Recubrimiento	Espesor de pintura	SSPC PA2		X			

Nota: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de Investigación

Según Hernández Sampieri (2014) “La investigación científica se concibe como un conjunto de procesos sistemáticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno; es dinámica, cambiante y evolutiva. Se puede manifestar de tres formas: cuantitativa, cualitativa y mixta. Esta última implica combinar las dos primeras. Cada una es importante, valiosa y respetable por igual” (p. XXV). En el presente trabajo de investigación se hará uso del Método Científico.

3.2. Tipo de Investigación

Según Hernández Sampieri (2014), el tipo de investigación es cuantitativo, el cual permite determinar las causas de los fenómenos, analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto específico de la evaluación estructural de la superestructura.

3.3. Nivel de Investigación

Siendo de nivel explicativo, de acuerdo con Hernández Sampieri (2014), sostiene que:

Las investigaciones explicativas son más estructuradas que los estudios con los demás alcances y, de hecho, implican los propósitos de éstos (exploración, descripción y correlación o asociación); además de que proporcionan un sentido de entendimiento del fenómeno a que hacen referencia. (p.96)

3.4. Diseño de Investigación

Es de diseño cuasiexperimental, según Hernández Sampieri (2014) menciona que “Los diseños cuasiexperimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes...” (p.151)

La investigación se tiene dos tipos de variables: variable independiente (Rehabilitación) y variable dependiente (Condición real del Puente Comunero I).

3.5. Población y Muestra

3.5.1. Población

Según Hernández Sampieri, (2014), menciona que “Es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p.174)

En el proyecto de investigación la población estará dada por el puente: Comunero I (ubicado en el departamento de Junín), por lo que es el puente atirantado de mayor magnitud.

3.5.2. Muestra

Según Hernández Sampieri (2014), menciona que “La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población.” (p.175)

El proyecto de investigación tendrá como muestra los elementos estructurales del puente COMUNERO I como objeto de estudio.

3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

En primer lugar, se tiene en cuenta las observaciones y los registros, considerándose las fichas bibliográficas, de resumen, de párrafo; que nos servirán para estructurar el marco teórico referencial y conceptual de la presente investigación.

Según Hernández Sampieri (2014), menciona que “Recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico”. (p.198)

3.7. Procesamiento de la Información

Para la elaboración y procesamiento de datos se utilizarán los cuadros de ensayos y los softwares especializados en el análisis y diseño de puentes respectivamente; donde se considerará:

Para la evaluación estructural, hidráulica y control de calidad de la pintura; se tomarán en cuenta los materiales que intervinieron para la rehabilitación (tratamiento de fisuras) y las condiciones actuales en el que se encuentra el puente Comunero I.

3.8. Técnicas y Análisis de Datos

El proceso que permite realizar el contraste de hipótesis requiere ciertos procedimientos. Se ha podido verificar los planteamientos para ser aplicado en la investigación.

Según Hernández Sampieri (2014), menciona que:

“...en el proceso cuantitativo las hipótesis se someten a prueba o escrutinio empírico para determinar si son apoyadas o refutadas, de acuerdo con lo que el investigador observa. De hecho, para esto se formulan en la tradición deductiva. Ahora bien, en realidad no podemos probar que una hipótesis sea verdadera o falsa, sino argumentar que fue apoyada o no de acuerdo con ciertos datos obtenidos en una investigación particular. Desde el punto de vista técnico, no se acepta una hipótesis por medio de un estudio, sino que se aporta evidencia a favor o en contra. Cuantas más investigaciones apoyen una hipótesis, más credibilidad tendrá y, por supuesto, será válida para el contexto (lugar, tiempo y participantes, casos o fenómenos) en que se comprobó...” (p.117)

1. Recopilación datos en campo.
2. Efectuar los estudios necesarios.
3. Evaluar la confiabilidad y validez lograda por el instrumento de medición.
4. Seleccionar los programas para el análisis.
5. Verificar las hipótesis planteadas.
6. Realizar el análisis adicional.
7. Prepara los resultados para presentarlos

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Aspectos Generales del Puente Comunero I

4.1.1. Ubicación y Localización

El puente Comunero I, el cual cruza el río Mantaro, está ubicado sobre la prolongación de la Av. Leoncio Prado, cuya ruta que conectará la capital de la provincia de Huancayo, exactamente en los Distritos de Chilca y Tres de Diciembre, en las provincias de Huancayo y Chupaca del departamento de Junín. Sus accesos se encuentran en mal estado de conservación.

Este influye directamente en los siguientes distritos: Chilca, Huancayo, El Tambo y Tres de Diciembre.

Figura 46

Fotografía Satelital de la Ubicación del Puente Comunero I



Nota: Para ubicar el Puente Comunero I se utilizó en el software Google Earth siendo así Elaboración Propia.

4.1.2. Cuenca (Río Mantaro)

La cuenca del Mantaro está ubicada en la parte central del Perú, la cual en su recorrido abarca las regiones de Pasco, Junín, Huancavelica y Ayacucho.

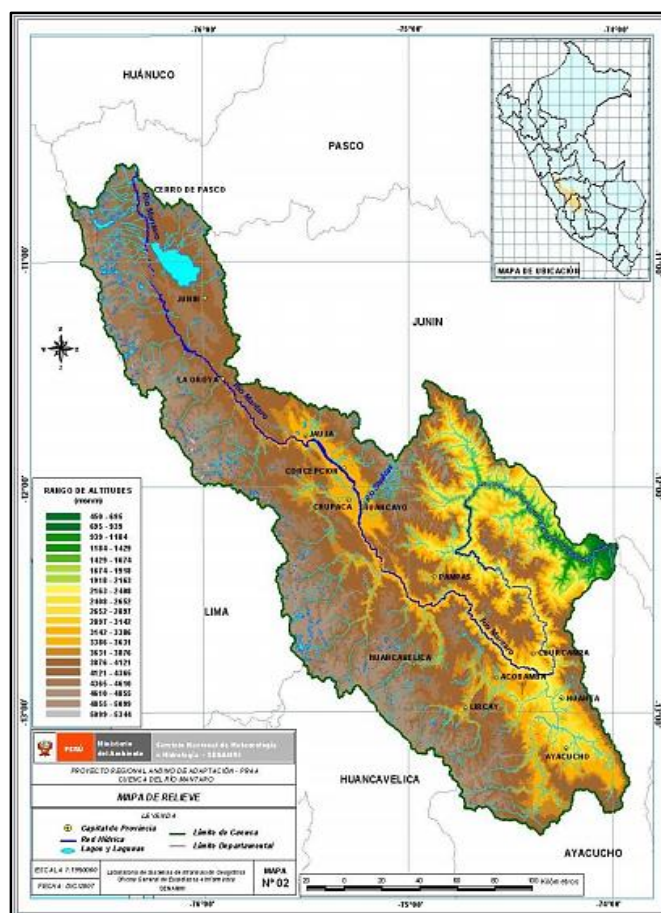
La ubicación del puente Comunero I, está situada sobre el río Mantaro en los distritos de Chilca y Tres de diciembre, provincia de Huancayo y

Chupaca en la región de Junín, teniendo una ubicación geográfica en coordenadas UTM es:

Este : 474571.02 E
 Norte : 8663172.32 N
 Altitud : 3181.00 msnm

Figura 47

Plano de la Cuenca del Río Mantaro



Nota: Adaptado de Escenarios de cambio climático en la Cuenca del río Mantaro para el año 2100[Archivo PDF], SENAMHI, 2007, https://www.senamhi.gob.pe/usr/cmn/pdf/PRAA_est_fin_cuenca_MANTARO.pdf

4.1.3. Descripción de la Zona de Estudio

La zona de estudio contempla al puente Comunero I, es tipo atirantado simétrico de tres tramos, teniendo en total 300.00 m de longitud (70+160+70) y 11.70 m de ancho. Está compuesto por dos estribos, dos pilones en forma de H de concreto reforzado, una losa reforzada y tirantes por cables tipo strand de alta resistencia anclados en la torre y en la viga. La pendiente promedio en este tramo es de 0.0027%; para el presente estudio se ha analizado 0.840 km aguas arriba y 0.598 km aguas abajo.

4.1.4. Clima

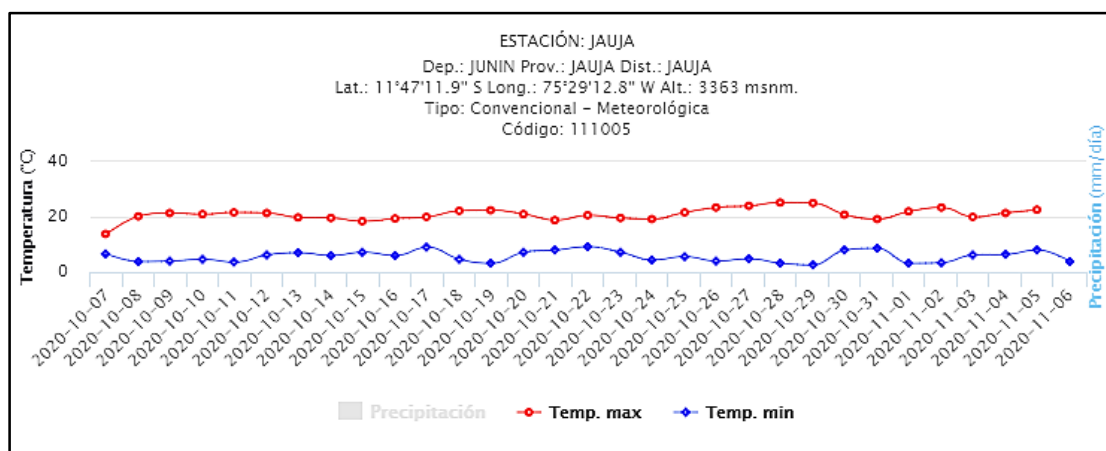
Desde la posición de CIIFEN (2018) el clima varía por la forma de la cuenca por este motivo hace mención que “al norte. - Clima semifrío húmedo con lluvias, principalmente, entre diciembre y marzo; y seco, principalmente, entre abril y noviembre. Ciudades grandes como Cerro de Pasco, Junín y La Oroya se encuentran en esta zona” (p.18). Por ello, la cuenca del Río Mantaro posee climas variables, debido al régimen de precipitación anual.

4.1.5. Temperatura Media Anual

Desde la posición de CIIFEN (2018) en la región oriental de la cuenca del Río Mantaro posee “los mayores valores de temperatura mínima de la cuenca se encuentran en el extremo oriental, alcanzando hasta 20°C, mientras que, del otro lado, en la parte más oriental, las temperaturas mínimas registraron -4°C (IGP, 2005; SENAMHI, 2011).” (p.26). De modo que, las temperaturas variables se deben a la geomorfología de la cuenca.

Figura 48

Gráfico de Temperaturas Mínimas y Máximas



Nota: En el gráfico de temperaturas mínimas y máximas se observa que son de los meses de octubre y noviembre del 2020. Adaptado de datos hidrometeorológicos a nivel nacional, por SENAMHI, 2020, <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>.

4.1.6. Precipitación Media Anual

En los primeros meses del año la precipitación aumenta, en este sentido, CIIFEN (2018) mantuvo al respecto que:

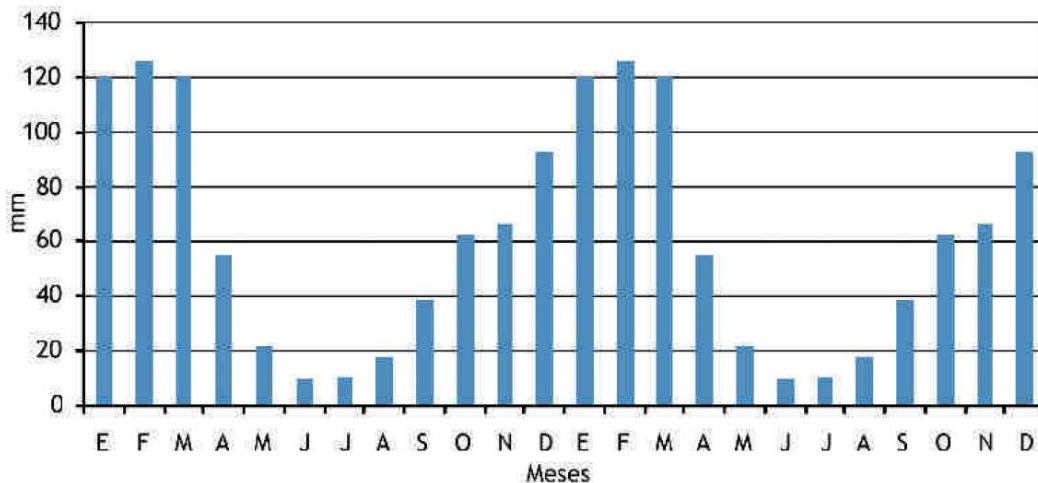
Las épocas lluviosas y secas en la cuenca son bien definidas, coincidiendo la primera con el verano y la segunda con el invierno, respectivamente. Sin embargo, en los meses de primavera, se

inician las primeras lluvias y éste es el indicador que ha definido la temporada de siembra en la región andina de Perú, por lo tanto, el monitoreo de la precipitación en esta época también es importante. (p.21)

Por esta razón, las precipitaciones variables de la cuenca del Río Mantaro definen las estaciones del año.

Figura 49

Gráfico de Precipitación Promedio



Nota: En el gráfico de precipitación promedio para la cuenca del río Mantaro. Adaptado de precipitación, por CIIFEN, 2018, <http://cuencasresilientes-ciifen.org/es/images/pdf/Entendiendo-el-clima-de-la-cuenca-del-rio-Mantaro.pdf>

Para la zona de estudio se obtuvieron los registros de precipitaciones y caudales del río Mantaro de la estación Jauja, los cuales fueron evaluados para determinar cuál era la distribución de mejor ajuste.

4.2. Inspección del Puente Comunero I para su Evaluación

4.2.1. Características del Puente

El puente atirantado construido sobre el río Mantaro, presenta una longitud total de 300 m, que consta de tres tramos (70+160+70).

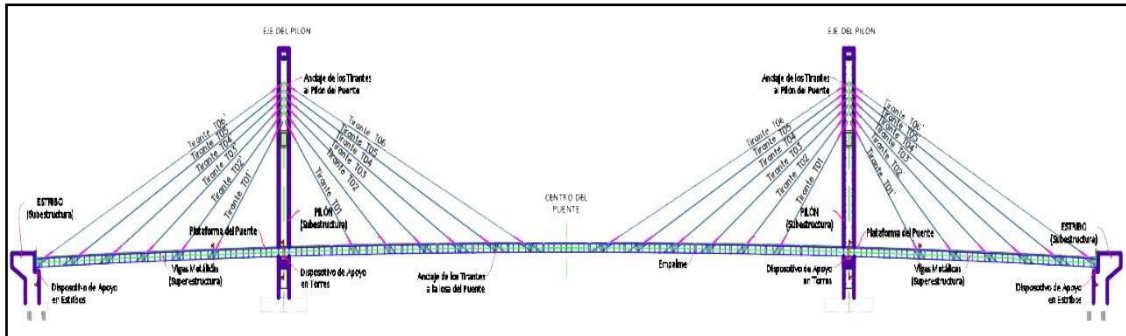
La sección transversal de la losa tiene un ancho total de 11.60 m, encontrándose dos carriles cuyo ancho de calzada es de 7.20 m y veredas de ambos lados de 1.20 m. Está protegida por una baranda de concreto y metal con un ancho de 0.20m, que se extiende a lo largo de esta.

Los estribos del Puente son de tipo muro, con muros laterales perpendiculares al muro frontal, de concreto reforzado.

Los pilones son estructuras tipo pórtico de forma de H, con columnas de sección rectangular aligeradas de concreto reforzado con aplicación de pre esfuerzo en la zona de anclaje de tirantes, los pilones tienen una altura de 50.00 m.

Figura 50

Dibujo del Perfil Longitudinal del Puente Comunero I



Nota: Elaboración Propia.

Figura 51

Fotografía Panorámica del Puente Comunero I



Nota: Vista fotográfica de la longitud del puente Comunero I siendo así Elaboración Propia.

4.2.1.1. Dimensiones en planta y elevación del Puente Comunero I

-Longitud de puente de = 300.00 m

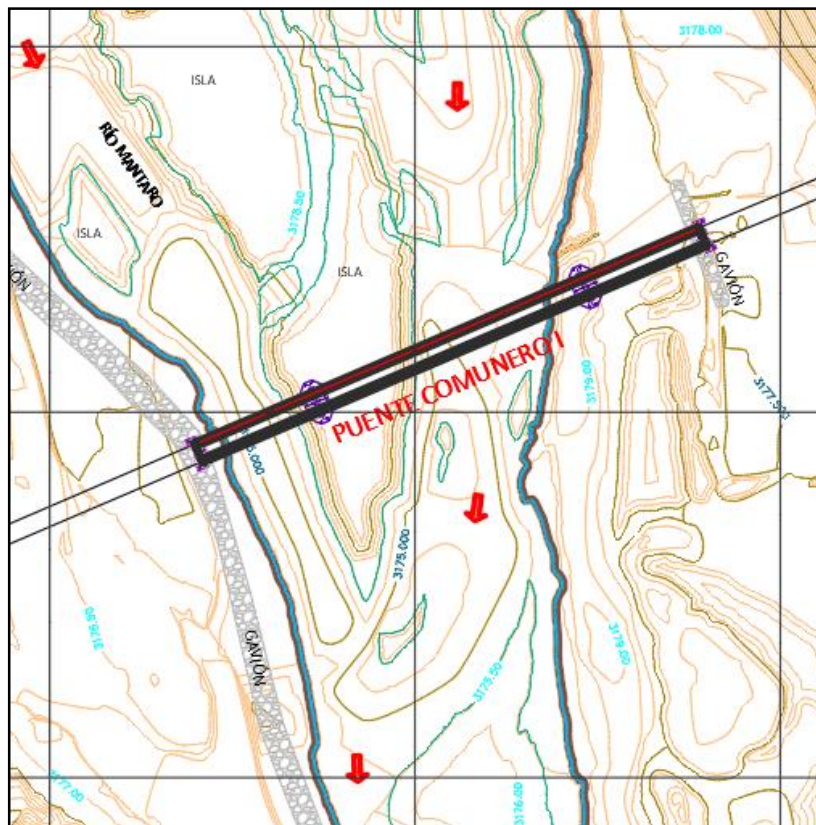
Comunero

-Número de tramos = 3 (70.0+160.0+70.0)

- Tipo = Atirantado simétrico con arreglo de cables tipo semi harpa y pilones en forma H.
- Nº de Vías = 1
- Nº de carriles = 2
- Ancho del puente = 11.60 m
 - o Alero = 0.80 m
 - o Baranda = 0.20 m
 - o Veredas = 1.20 m
 - o Calzada = 7.20 m
- Número de estribos = 2.00 und
- Número de pilares = 2.00 und

Figura 52

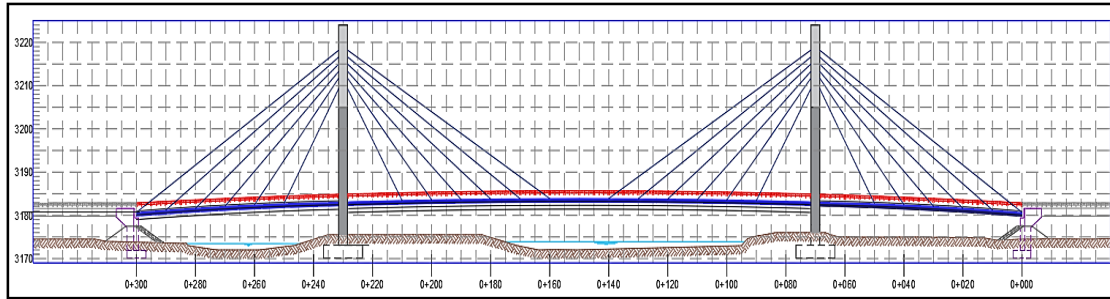
Dibujo en Planta del Puente Comunero I



Nota: Elaboración Propia.

Figura 53

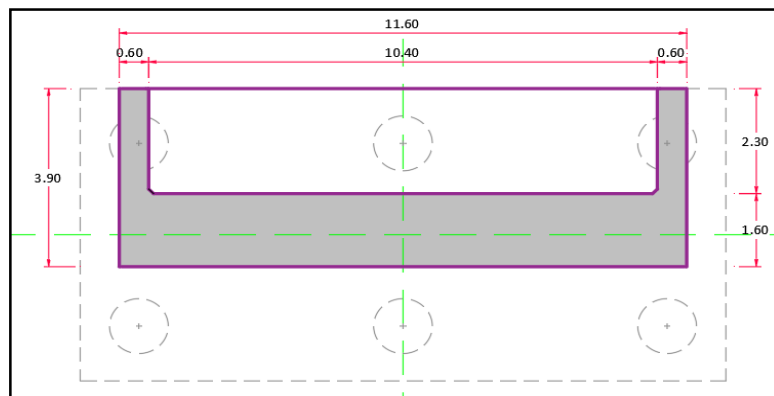
Dibujo de la Elevación del Puente Comunero I



Nota: Vista en elevación y corte del puente Comunero I dibujado con el software AutoCAD Civil 3D siendo así Elaboración Propia.

Figura 54

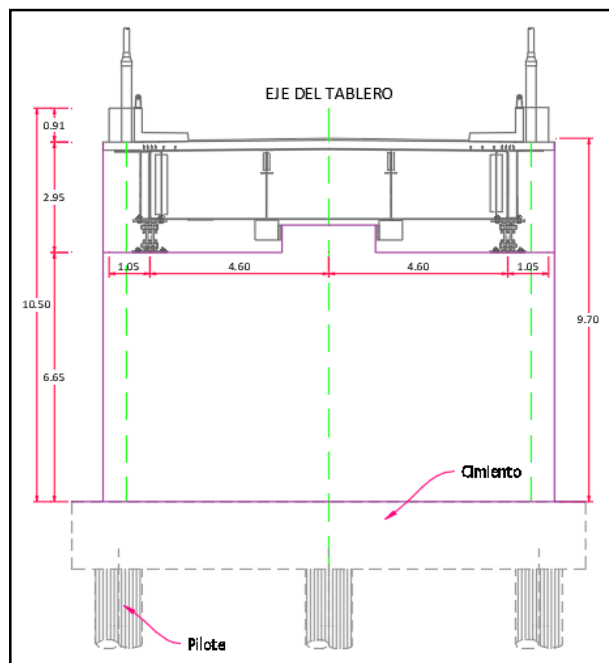
Dibujo en Planta del Estribo del Puente Comunero I



Nota: Elaboración Propia.

Figura 55

Dibujo de Elevación del Estribo del Puente Comunero I



Nota: Elaboración Propia.

A. Geometría del puente

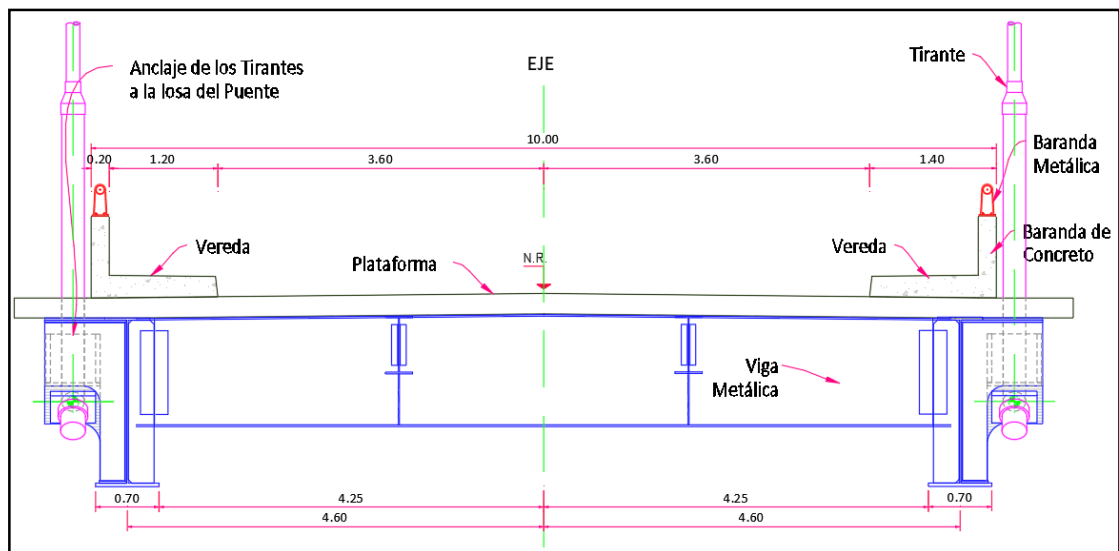
Se realizó la medición del puente Comunero I, donde posee una longitud total de 300 metros, con un ancho total de tablero de 11.60m, ancho de calzada de 7.20m, de cada lado se tienen: las veredas de 1.20m, las barandas de 0.20m y aleros de 0.80 m. A continuación, se describe la superestructura y subestructura del puente.

B. Superestructura

Tipo de Puente	: Atirantado simétrico, con cables tipo semi-arpa y pilares en forma H.
Longitud	: 300.00 m
Número de tramos	: 3 (70.0+160.0+70.0)
Nº de carriles	: 2
Ancho Total de tablero	: 11.60 m
Ancho de Rodadura	: 7.20 m
Veredas:	: 2 de 1.20 m = 2.40 m
Baranda combinada	: 2 de 0.20 m = 0.40 m
Alero	: 2 de 0.80 m = 1.60 m

Figura 56

Dibujo de la Sección Transversal del Tablero del Puente Comunero I



Nota: Elaboración Propia.

A. Subestructura

Pilares : Estructura tipo pórtico en forma de H, con columnas de sección rectangular aligerada (huecas) de concreto reforzado.

Pilón Izquierdo : H= 50.00 m

Pilón Derecho : H= 50.00 m

Estribos : Estribos tipo muro, con muros laterales perpendiculares al muro frontal, de concreto reforzado

Estribo : H= 11.50 m

Izquierdo

Estribo Derecho : H= 11.50 m

4.2.2. Patologías Encontradas

4.2.2.1. En el concreto

- Se encontró fisuras en la parte inferior y superior de la losa de concreto del puente Comunero I antes de su rehabilitación.

Figura 57

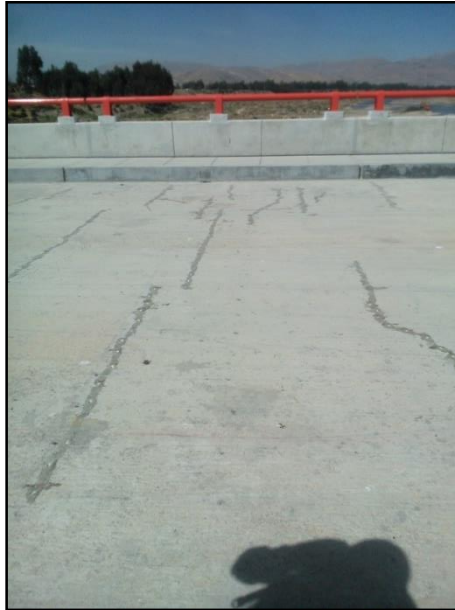
Fotografía de Fisuras en la Parte Inferior del Tablero



Nota: Fisuras en la parte inferior del tablero del puente Comunero I. Elaboración Propia.

Figura 58

Fotografía de Fisuras en la Parte Superior del Tablero



Nota: Fisuras en la parte superior del tablero en el puente Comunero I. Elaboración Propia.

- Se encontró eflorescencia en la parte de los aleros del tablero del puente Comunero I después de su rehabilitación.

Figura 59

Fotografía de Eflorescencia en el Tablero



Nota: Eflorescencia en la parte inferior del tablero del puente Comunero I. Elaboración Propia.

- Se encontró cangrejas en el pilón del puente Comunero I después de su rehabilitación.

Figura 60

Fotografía de Cangrejera en el Pilón



- *Nota:* Cangrejera en la parte inferior del pilón del puente Comunero I. Elaboración Propia. Se complementarán las fotografías en el panel fotográfico de las patologías encontradas en el puente Comunero I.

4.2.2.2. En la pintura

- Se encontró desgaste de la pintura de la baranda metálica del puente Comunero I después de su rehabilitación.

Figura 61

Fotografía del Desgaste de la Pintura



Nota: Desgaste de la pintura de la baranda metálica del puente Comunero I. Elaboración Propia.

- Se encontró desprendimiento de la pintura de la baranda metálica del puente Comunero I después de su rehabilitación.

Figura 62

Fotografía del Desprendimiento de la Pintura



Nota: Desprendimiento de la capa de pintura en la baranda metálica del puente Comunero I. Elaboración Propia.

- Se encontró en la pintura en el concreto la patología de desconchado del puente Comunero I después de su rehabilitación.

Figura 63

Fotografía del Desconchado de la Pintura



Nota: Desconchado de la capa de pintura en la baranda de concreto del puente Comunero I. Elaboración Propia.

Se complementarán con el anexo 2 de las patologías encontradas en el puente Comunero I.

4.3. Estudios Previos a la Evaluación

4.3.1. Estudio Topográfico

Para el cálculo de la socavación, es importante conocer la superficie del terreno en estudio, ya que nos permitirá determinar los parámetros hidráulicos e hidrológicos, la pendiente del río durante las crecidas y las máximas avenidas.

4.3.1.1. Levantamiento topográfico

Para realizar el levantamiento topográfico se utilizaron los siguientes equipos: GPS (para determinar las coordenadas del puente Comunero I) y el DRONE (para la obtención de los puntos), teniendo un informe de este.

Los datos se procesaron en los siguientes softwares: AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D 2018 (para obtener las curvas de nivel y detalles) y HEC-RAS V5.0.7 (para la modelación respectiva).

Figura 64

Fotografía del DRONE en el Área de Trabajo



Nota: Colocación del DRONE en la margen derecha puente Comunero I. Elaboración Propia.

Figura 65

Fotografía del DRONE con el equipo de trabajo



Nota: Toma de datos con el DRONE para el levantamiento topográfico, aguas arriba y aguas abajo del puente Comunero I. Elaboración Propia.

4.3.1.2. Batimetría

Para obtener las secciones transversales del cauce principal del Río Mantaro, se procedió a realizar la batimetría en las secciones de mayor importancia, utilizando los siguientes equipos: Estación Total, bote y mira. Los datos de la batimetría, se interpolaron con los datos obtenidos del DRONE, así mismo, para ser ingresados en el software AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D y exportando el resultado final al programa HEC-RAS V5.0.7 para el modelamiento.

Figura 66

Fotografía de la Toma de Datos de la Batimetría



Nota: Batimetría (levantamiento topográfico) con la estación total, aguas arriba del puente Comunero I. Elaboración Propia.

Figura 67

Fotografía de la Batimetría con el Equipo de Trabajo



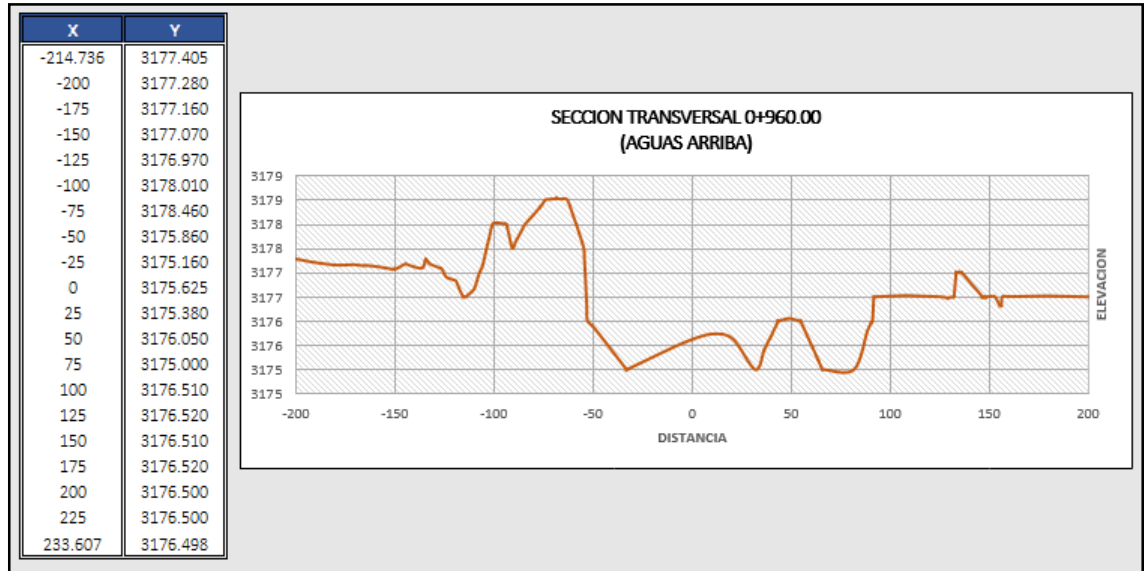
Nota: Batimetría (levantamiento topográfico) con el equipo de trabajo, aguas abajo del puente Comunero I. Elaboración Propia.

Resultados

Se obtuvieron las siguientes secciones de la batimetría:

Figura 68

Gráfico de la Sección Transversal 0+960.00

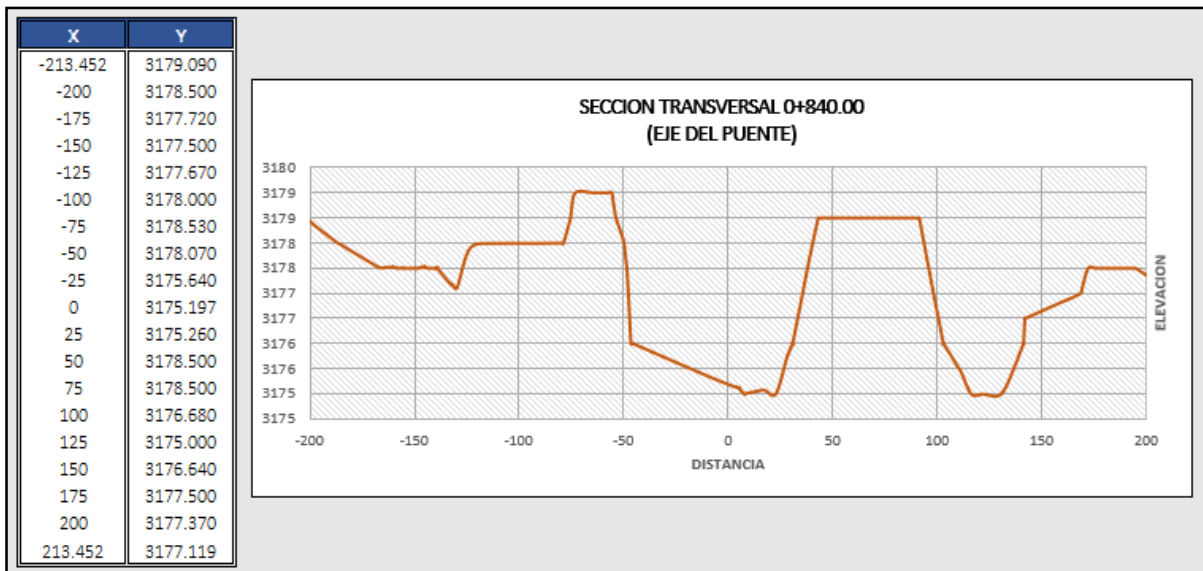


Nota: Sección transversal del río Mantaro aguas arriba del puente Comunero I.

Elaboración Propia.

Figura 69

Gráfico de la Sección Transversal 0+840.00

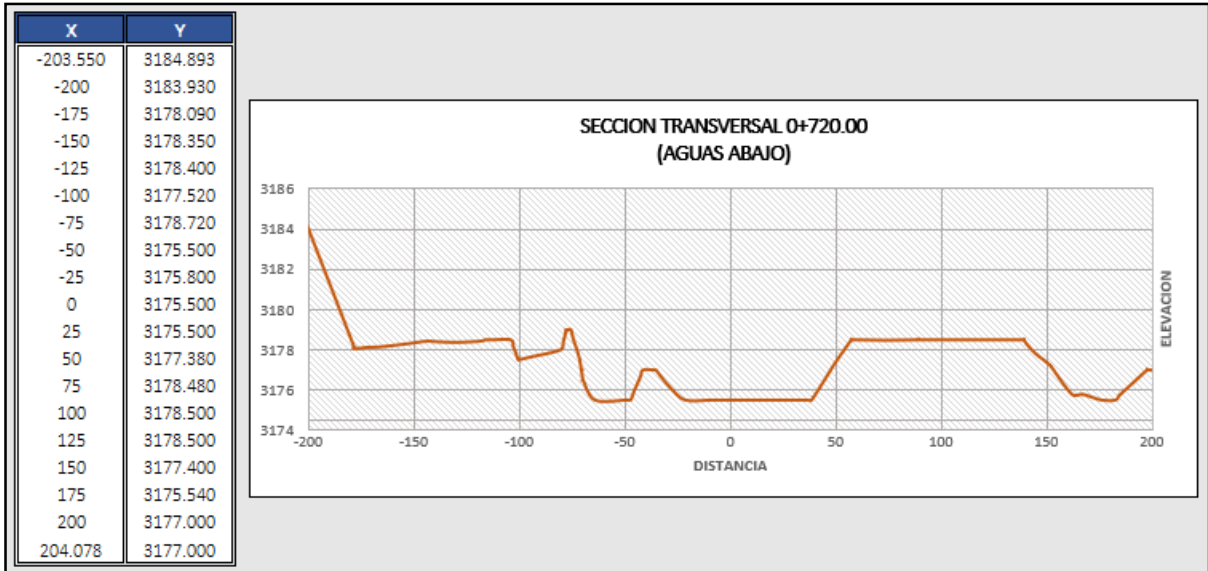


Nota: Sección transversal del río Mantaro debajo del puente Comunero I. Elaboración

Propia.

Figura 70

Gráfico de la Sección Transversal 0+720.00



Nota: Sección transversal del río Mantaro aguas abajo del puente Comunero I.
Elaboración Propia.

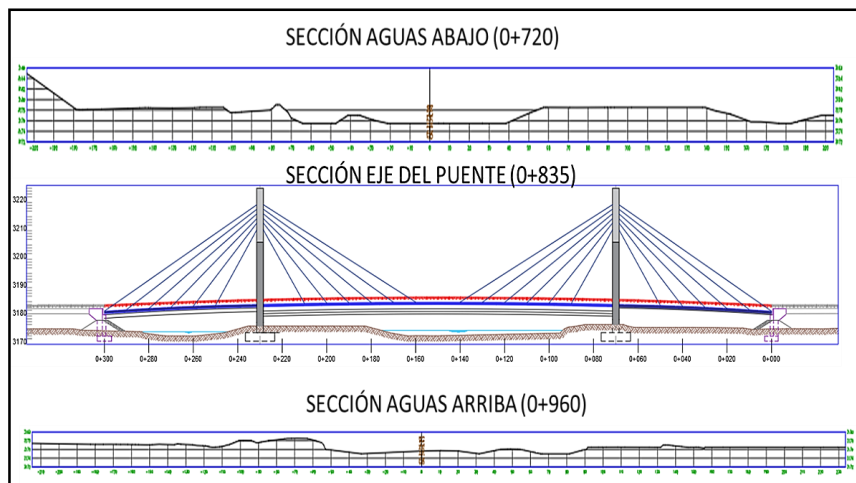
4.3.1.3. Procesamiento de datos

Interpolación de datos Obtenidos

Los datos obtenidos de la batimetría se han incorporado al levantamiento topográfico del Puente Comunero I, resultando las secciones transversales del río con el programa AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D.

Figura 71

Dibujo de las Secciones Interpoladas

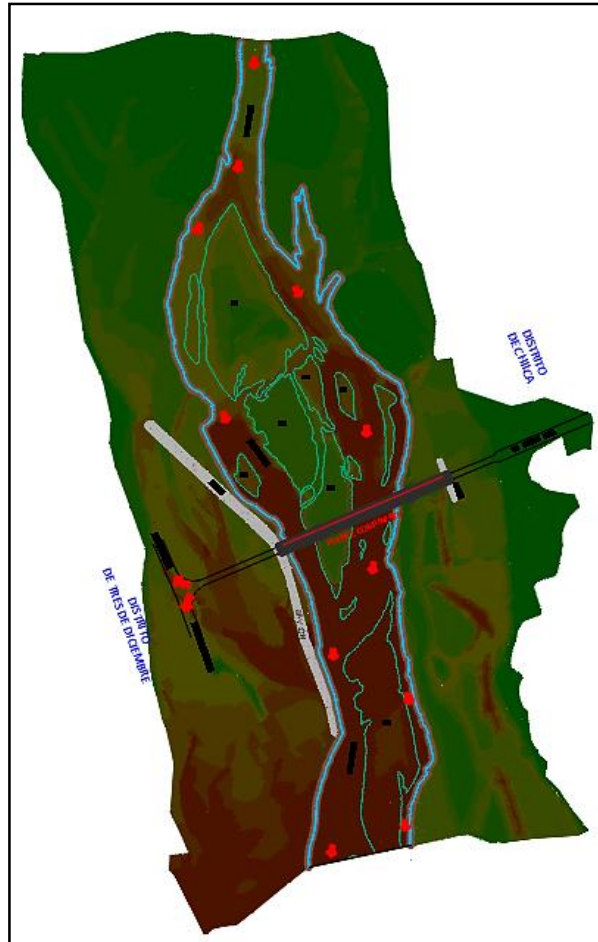


Nota: Se realizó los dibujos en el AutoCAD Civil 3D. Elaboración Propia.

Para el resultado final de la interpolación del levantamiento topográfico con DRONE con la batimetría, se tuvo que verificar con las elevaciones del software AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D.

Figura 72

Dibujo en Planta del Terreno de Estudio



Nota: Se realizó los dibujos en el AutoCAD Civil 3D. Elaboración Propia.

Resultados

Se obtuvieron:

- El perfil longitudinal del Río Mantaro
- La pendiente promedio del Río Mantaro
- Las secciones transversales cada 40 metros de aguas arriba y aguas abajo del puente.

El reporte de validación del levantamiento topográfico con el DRONE se encontrará en el anexo 3 y se detallaron los planos en el anexo 10.

4.3.2. Estudio de Hidrología e Hidráulica

4.3.2.1. Hidrología

Para el cálculo de socavación es necesario conocer las máximas avenidas (caudal) del Río Mantaro y determinar el periodo de retorno (T_r), la cual es definida por la vida útil de la estructura.

En el Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC] (2008), recomienda que “para el cálculo de socavación debe ser un periodo de retorno de 500 años”.

Tabla 21

Valores Máximos Recomendados de Riesgo Admisible de Obras de Drenaje

Tipo de Obra	Riesgo Admisible
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso de quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

Nota: Adaptado de Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (p.25), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018.

4.3.2.2. Parámetros de la Cuenca

La cuenca del Mantaro tiene los siguientes parámetros:

Tabla 22

Valores de los Parámetros de la Cuenca

Parámetro	Registro	Und.	Descripción
A_km2	3005.03	Km2	Superficie de Cuenca
P_km	1,017.78	Km	Perímetro de Cuenca
Pm_p	20.25	%	Pendiente Media (porcentaje)
Tr	100, 500	años	Periodo de Retorno

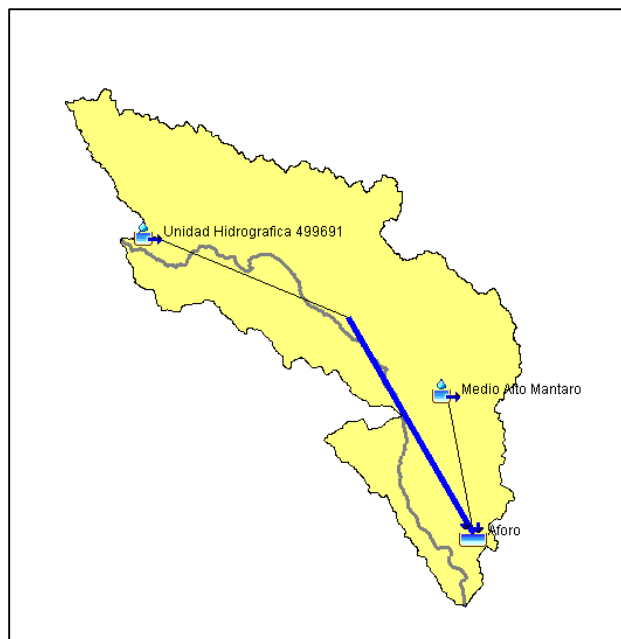
Nota: Elaboración Propia.

Para ello se delimitó la cuenca del Río Mantaro en el software HEC-HMS

4.6.1, ver *Ilustración N°53*.

Figura 73

Delimitación de la Sub Cuenca del Río Mantaro



Nota: Se realizó con el software HEC-HMS 4.6.1. Elaboración Propia

4.3.2.3. Coeficiente de Rugosidad (n de Manning)

Determinar el valor de “n” a través de un procedimiento de análisis sobre las velocidades de distribución en la sección transversal.

1. Para el Cause Principal del Río:

Tabla 23

Cálculo del Coeficiente de Rugosidad – Cauce Principal

Cálculo del Coef. de Rugosidad	n= (n0+ n1+ n2+ n3+ n4) n5	
Material involucrado:	Grava Gruesa	n0 = 0.028
Grado de irregularidad:	Menor	n1 = 0.005
Variación de la sección transversal:	Gradual	n2 = 0.000
Efecto relativo de las obstrucciones:	Menor	n3 = 0.010
Vegetación:	Bajo	n4 = 0.005
Grado de los efectos por meandro:	Apreciable	n5 = 1.150
		n = 0.055

Nota: Elaboración Propia.

2. Para la Zona de Inundación:

Tabla 24

Cálculo del Coeficiente de Rugosidad - Zona de Inundación

Cálculo del Coef. de Rugosidad	n= (n0+ n1+ n2+ n3+ n4) n5	
Material involucrado:	Grava Gruesa	n0 = 0.028

Cálculo del Coef. de Rugosidad	n= (n0+ n1+ n2+ n3+ n4) n5	
Grado de irregularidad:	Moderada	n1 = 0.010
Variación de la sección transversal:	Ocasional	n2 = 0.005
Efecto relativo de las obstrucciones:	Menor	n3 = 0.010
Vegetación:	Bajo	n4 = 0.007
Grado de los efectos por meandro:	Menor	n5 = 1.000
		n = 0.060

Nota: Elaboración Propia.

Resultados

Con los resultados obtenidos calcularemos calcular la socavación en los estribos del Puente Comunero I, los coeficientes son expresados en el siguiente cuadro:

Tabla 25

Resumen de Coeficientes de Rugosidad

Resumen	
Coeficiente de rugosidad para el cauce principal:	n= 0.055
Coeficiente de rugosidad para la zona de inundación:	n= 0.060

Nota: Elaboración Propia.

4.3.2.4. Cálculo de Caudal de Diseño

4.3.2.4.1. Precipitación Máxima en 24 Horas – CO Jauja

El SENHAMI nos proporcionó los datos de precipitación máxima de 24 horas de la estación pluviométrica CO Jauja con un periodo de 10 años (2009-2019), lo cual en el presente cuadro se muestra las precipitaciones máximas en 24 horas registrada, para el cálculo de caudales de diseño.

Tabla 26

Datos de Precipitación Máxima en 24 Hrs. (mm)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	MAXIMO
2010	11.80	18.60	7.40	29.20	5.00	1.80	0.50	0.60	20.20	14.00	13.40	18.90	29.20
2011	14.20	21.90	31.90	14.30	9.00	0.00	1.10	1.50	5.50	10.50	17.60	31.40	31.90
2012	13.70	16.30	8.50	13.50	18.40	1.30	0.40	4.40	13.80	17.60	41.20	17.20	41.20
2013	20.40	20.10	19.60	7.40	5.60	2.60	2.00	17.50	1.80	27.40	20.90	11.40	27.40
2014	13.30	27.00	29.10	8.30	12.70	2.40	7.20	0.60	9.70	7.40	16.10	17.50	29.10
2015	22.20	23.10	15.70	13.80	9.70	6.20	6.80	2.20	24.30	22.40	45.60	46.40	46.40
2016	14.50	19.60	16.00	10.40	6.20	1.50	5.40	1.70	16.20	8.30	12.60	38.30	38.30
2017	15.30	19.50	28.40	8.00	8.80	0.50	0.50	8.20	13.40	24.20	24.40	13.50	28.40
2018	22.90	30.60	15.20	9.60	33.60	1.40	2.70	3.60	10.30	26.70	8.00	22.30	33.60
2019	35.00	16.90	17.80	16.80	5.50	1.10	0.40	0.30	5.20	12.10	18.70	57.60	57.60

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	MAXIMO
Media	18.33	21.36	18.96	13.13	11.45	1.88	2.70	4.06	12.04	17.06	21.85	27.45	36.31
Desv. Est.	7.06	4.49	8.42	6.46	8.79	1.71	2.74	5.29	7.01	7.65	12.27	15.48	9.74
Máx.	35.00	30.60	31.90	29.20	33.60	6.20	7.20	17.50	24.30	27.40	45.60	57.60	57.60
Mín.	11.80	16.30	7.40	7.40	5.00	0.00	0.40	0.30	1.80	7.40	8.00	11.40	27.40
N° Datos	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

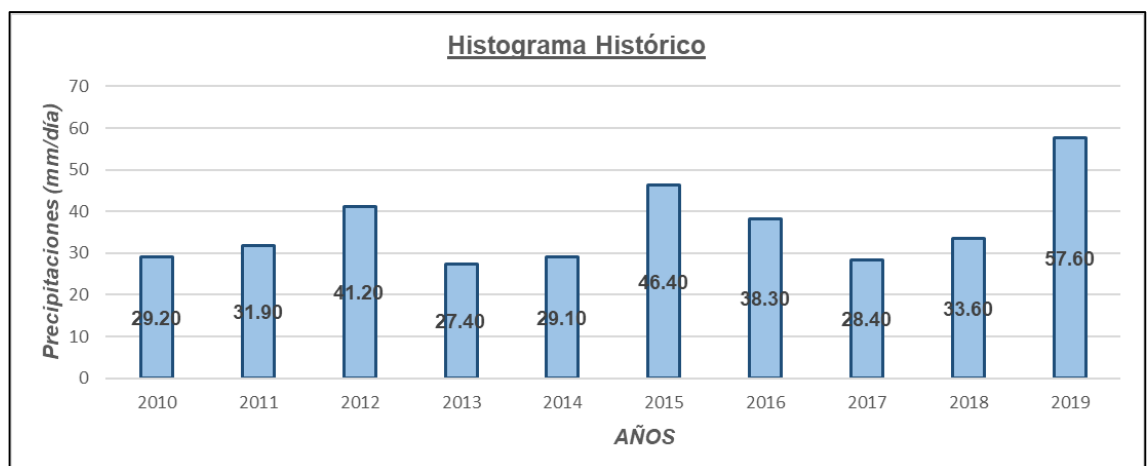
Nota: Los datos de extrajeron del Certificado proporcionado por SENAMHI.

4.3.2.4.2. Histogramas de Precipitación Máxima en 24 Horas

Para la estimación del caudal de diseño, se tendrá que realizar el análisis estadístico de los registros de precipitación máxima en 24 horas para periodos de retorno de 10 y el procesamiento de las distribuciones de frecuencia más usual y la obtención de la distribución de mejor ajuste a los registros históricos.

Figura 74

Gráfico de Histograma Histórico - Jauja



Nota: Los datos de extrajeron del Certificado proporcionado por SENAMHI.

4.3.2.4.3. Distribución de frecuencias

Para los análisis de distribución de la Estación CO Jauja fue calculado con el apoyo del programa Hidroesta 2.

1. Distribución Normal

Se obtuvo el siguiente resultado del Software:

Tabla 27

Distribución Nominal Q=58.98mm

m	X	P(x)	F(z) Ordinario	F(z) Mom Lineal	Delta
1	27.4	0.091	0.180	0.177	0.089

m	X	P(x)	F(z)	F(z) Mom	Delta
			Ordinario	Lineal	
2	28.4	0.182	0.208	0.205	0.027
3	29.1	0.273	0.230	0.226	0.043
4	29.2	0.364	0.233	0.229	0.131
5	31.9	0.455	0.325	0.323	0.129
6	33.6	0.545	0.390	0.389	0.155
7	38.3	0.636	0.581	0.582	0.055
8	41.2	0.727	0.692	0.695	0.035
9	46.4	0.818	0.850	0.853	0.032
10	57.6	0.909	0.986	0.987	0.076

Nota: Los datos de extrajeron del reporte que generó el software Hidroesta2.

Ajuste con momentos ordinarios:

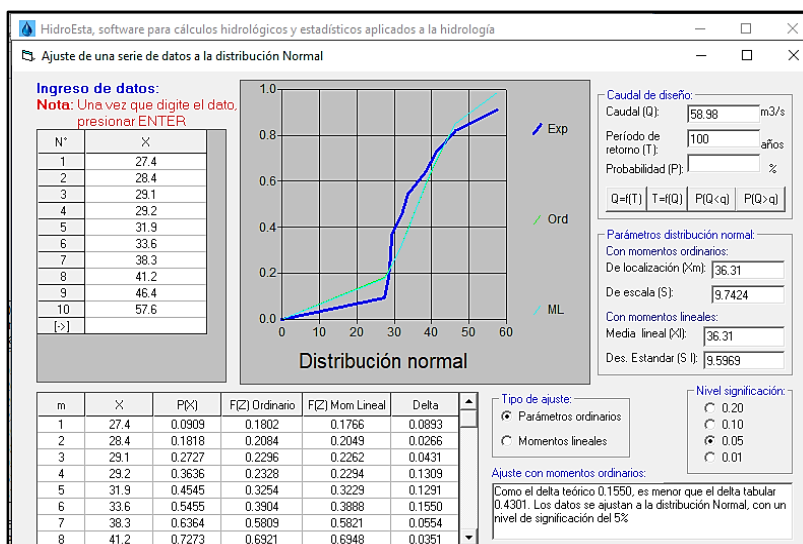
Como el delta teórico 0.1550, es menor que el delta tabular 0.4301. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución normal

- Con momentos ordinarios:
 - Parámetro de localización (X_m)= 36.31
 - Parámetro de escala (S)= 9.7424
- Con momentos lineales:
 - Media lineal (X_l)= 36.31
 - Desviación estándar lineal (SI)= 9.5969

Figura 75

La Precipitación de Diseño para T= 100 Años, es 58.98 mm



Nota: Captura de pantalla del software Hidroesta2. Elaboración propia

2. Distribución Log-normal 2 parámetros

Se obtuvo el siguiente resultado del Software:

Tabla 28

Distribución Log Normal (2 Parámetros) $Q=62.47$

m	X	P(x)	F(z)		Delta
			Ordinario	Lineal	
1	27.4	0.091	0.152	0.157	0.061
2	28.4	0.182	0.188	0.193	0.007
3	29.1	0.273	0.216	0.221	0.056
4	29.2	0.364	0.221	0.225	0.143
5	31.9	0.455	0.341	0.344	0.114
6	33.6	0.545	0.421	0.423	0.124
7	38.3	0.636	0.631	0.628	0.005
8	41.2	0.727	0.736	0.732	0.009
9	46.4	0.818	0.868	0.863	0.050
10	57.6	0.909	0.977	0.975	0.068

Nota: Los datos de extrajeron del reporte que generó el software Hidroesta2.

Ajuste con momentos ordinarios:

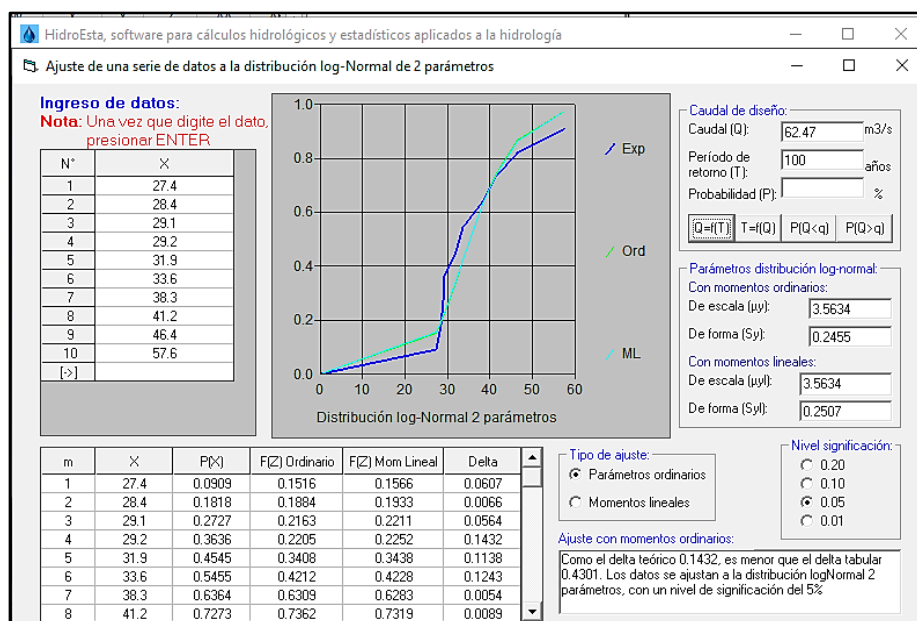
Como el delta teórico 0.1432, es menor que el delta tabular 0.4301. Los datos se ajustan a la distribución LogNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución normal

- Con momentos ordinarios:
Parámetro de escala (μ_y)= 3.5634
Parámetro de forma (S_y)= 0.2455
- Con momentos lineales:
Parámetro de escala (μ_{yl})= 3.5634
Parámetro de forma (S_{yl})= 0.2507

Figura 76

La Precipitación de Diseño para $T= 100$ Años, es 62.47 mm



Nota: Captura de pantalla del software Hidroesta2. Elaboración propia

3. Distribución Gumbel

Se obtuvo el siguiente resultado del Software:

Tabla 29

Distribución Gumbel $Q=66.87$

m	X	P(x)	G(y)		Delta
			Ordinario	Lineal	
1	27.4	0.091	0.163	0.173	0.072
2	28.4	0.182	0.204	0.213	0.022
3	29.1	0.273	0.234	0.243	0.038
4	29.2	0.364	0.239	0.248	0.125
5	31.9	0.455	0.367	0.373	0.088
6	33.6	0.545	0.448	0.452	0.097
7	38.3	0.636	0.649	0.647	0.013
8	41.2	0.727	0.745	0.741	0.017
9	46.4	0.818	0.862	0.857	0.044
10	57.6	0.909	0.967	0.964	0.057

Nota: Los datos de extrajeron del reporte que generó el software Hidroesta2.

Ajuste con momentos ordinarios:

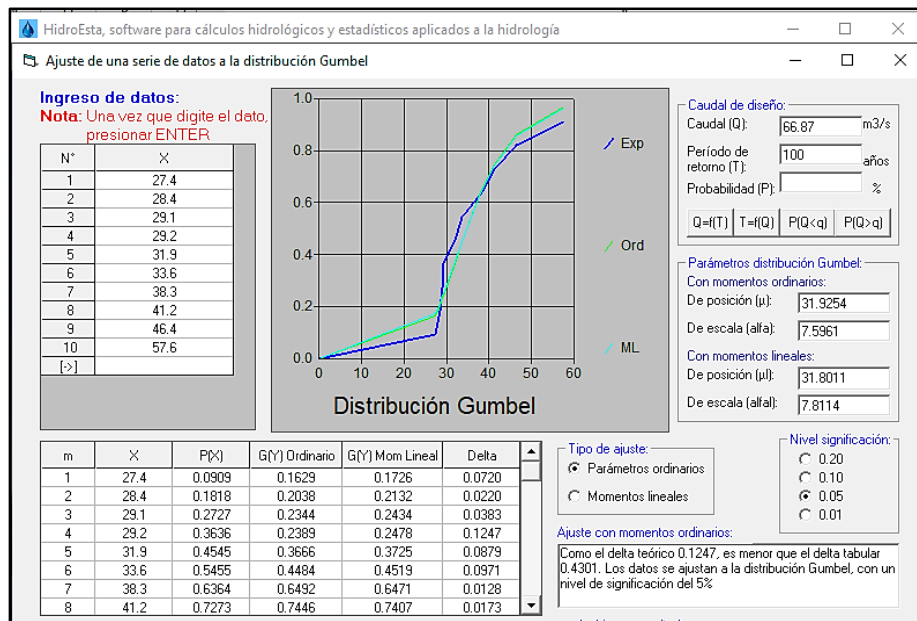
Como el delta teórico 0.1247, es menor que el delta tabular 0.4301. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución normal

- Con momentos ordinarios:
 Parámetro de posición (μ)= 31.9254
 Parámetro de escala (alfa)= 7.5961
- Con momentos lineales:
 Parámetro de posición (μ_l)= 31.8011
 Parámetro de escala (alfal)= 7.8114

Figura 77

La Precipitación de Diseño para $T= 100$ Años, es 66.87 mm



Nota: Captura de pantalla del software Hidroesta2. Elaboración propia

4. Distribución Pearson III (Gamma 3 parámetros)

Se obtuvo el siguiente resultado del Software:

Tabla 30

Distribución Pearson Tipo III (Gamma 3 Parámetros) $Q=67.65$

m	X	P(x)	G(y)		Delta
			Ordinario	Lineal	
1	27.4	0.091	0.164	0.134	0.073
2	28.4	0.182	0.212	0.235	0.031
3	29.1	0.273	0.248	0.294	0.025
4	29.2	0.364	0.253	0.301	0.111
5	31.9	0.455	0.389	0.471	0.065
6	33.6	0.545	0.471	0.552	0.074
7	38.3	0.636	0.661	0.709	0.024

m	X	P(x)	G(y)	G(y) Mom	Delta
			Ordinario	Lineal	
8	41.2	0.727	0.749	0.775	0.022
9	46.4	0.818	0.859	0.857	0.041
10	57.6	0.909	0.963	0.944	0.054

Nota: Los datos de extrajeron del reporte que generó el software Hidroesta2.

Ajuste con momentos ordinarios:

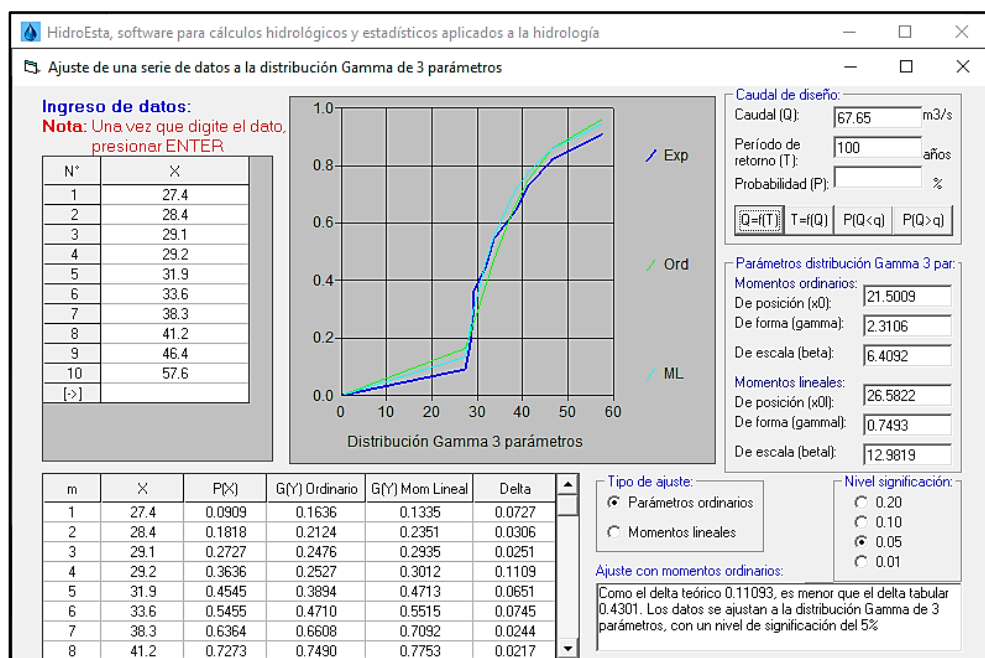
Como el delta teórico 0.11093, es menor que el delta tabular 0.4301. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución normal

- Con momentos ordinarios:
 - Parámetro de localización (X_0)= 21.5009
 - Parámetro de forma (gamma)= 2.3106
 - Parámetro de escala (beta)= 6.4092
- Con momentos lineales:
 - Parámetro de localización (X_{0l})= 26.5822
 - Parámetro de forma (gamma_l)= 0.7493
 - Parámetro de escala (beta_l)= 12.9819

Figura 78

La Precipitación de Diseño para T= 100 Años, es 67.65 mm



Nota: Captura de pantalla del software Hidroesta2. Elaboración propia

5. Distribución Log-Pearson Tipo III

Se obtuvo el siguiente resultado del Software:

Tabla 31

Distribución de Frecuencia tipo log Pearson tipo III Q=73.46

m	X	P(x)	G(y)		Delta
			Ordinario	Lineal	
1	27.4	0.091	0.135	0.124	0.044
2	28.4	0.182	0.188	0.210	0.006
3	29.1	0.273	0.228	0.267	0.045
4	29.2	0.364	0.234	0.274	0.130
5	31.9	0.455	0.390	0.457	0.064
6	33.6	0.545	0.482	0.545	0.064
7	38.3	0.636	0.683	0.715	0.046
8	41.2	0.727	0.768	0.782	0.041
9	46.4	0.818	0.868	0.860	0.050
10	57.6	0.909	0.958	0.938	0.049

Nota: Los datos de extrajeron del reporte que generó el software Hidroesta2.

Ajuste con momentos ordinarios:

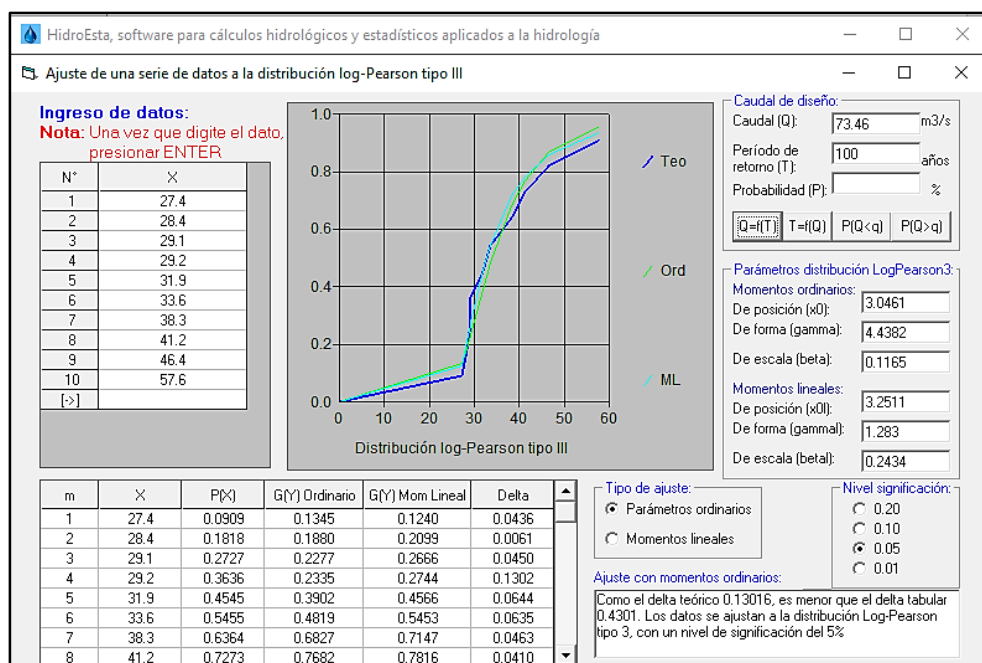
Como el delta teórico 0.11093, es menor que el delta tabular 0.4301. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución normal

- Con momentos ordinarios:
 - Parámetro de localización (X_0)= 3.0461
 - Parámetro de forma (gamma)= 4.4382
 - Parámetro de escala (beta)= 0.1165
- Con momentos lineales:
 - Parámetro de localización (X_{0l})= 3.2511
 - Parámetro de forma (gammal)= 1.283
 - Parámetro de escala (betal)= 0.243

Figura 79

La Precipitación de Diseño para T= 100 Años, es 73.46 mm



Nota: Captura de pantalla del software Hidroesta2. Elaboración propia

De la Estación CO Jauja para las principales distribuciones observamos:

Con apoyo del programa HidroEsta fueron calculados los $\Delta_{\text{máx}}$.

- Distribución Normal, $\Delta_{\text{teórico}}=0.155 < \Delta_{\text{tab}}= 0.430$
- Distribución LogNormal, $\Delta_{\text{teórico}}=0.1432 < \Delta_{\text{tab}}= 0.430$
- Distribución Gumbel, $\Delta_{\text{teórico}}=0.125 < \Delta_{\text{tab}}= 0.430$
- Distribución Pearson Tipo III, $\Delta_{\text{teórico}}=0.111 < \Delta_{\text{tab}}= 0.430$
- Distribución Log Pearson Tipo III, $\Delta_{\text{teórico}}=0.130 < \Delta_{\text{tab}}= 0.430$

Para la formulación del presente Estudio, se ha elegido los valores de los resultados de la Distribución Pearson III Tipo III, dado que según la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov – Smirnov dicha distribución de probabilidades es la que más se ajusta ($\Delta_{\text{máx.}} = 0.4301$) siendo el $\Delta_{\text{critico}} = 0.1109$, además se puede observar que los datos se ajustan a todas las distribuciones vistas en este estudio.

4.3.2.4.4. Precipitación de Diseño

Para la estimación de caudales se efectuó el análisis de frecuencias de los eventos hidrológicos máximos (registros de precipitación máxima en 24 horas) y la obtención de la distribución del mejor ajuste a los registros históricos.

Con el registro de precipitación máxima en 24 horas, se procedió a calcular las alturas de precipitación extrema probable correspondiente a diferentes períodos de retorno, sobre cuya base se estimaron los caudales máximos para el diseño de las obras de drenaje que requiere en el estudio.

Tabla 32

Precipitaciones Máximas en 24 Horas Calculadas

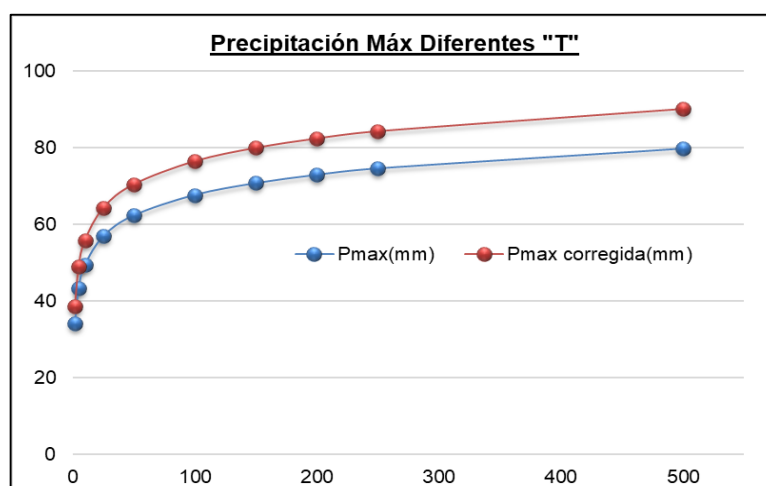
T(años)	Pmax(mm)	Pmax corregida(mm)	Prob. no Excedencia P	Pmax(mm)
2	34.237	38.688	0.50000	31.907
5	43.295	48.923	0.80000	40.626
10	49.353	55.769	0.90000	51.829
25	56.880	64.274	0.96000	77.821
50	62.349	70.454	0.98000	111.97
100	67.686	76.485	0.99000	167.3
150	70.760	79.959	0.99333	214.38
200	72.923	82.403	0.99500	256.96
250	74.591	84.288	0.99600	295.340
500	79.727	90.092	0.99800	466.110

Nota: Los datos de extrajeron del software Hydrognomon y EasyFit.

Se realizó una comparación con la precipitación corregida, así observando la variación que presenta.

Figura 80

Precipitación Máxima vs la Precipitación Máxima Corregida en los Diferentes Periodos de Retorno



Nota: Elaboración Propia

La precipitación según los periodos y la duración se realizará con la Tabla 4 para los diferentes tiempos de duración (min).

Tabla 33

Precipitaciones Máximas P_{máx} (mm) Según Tiempos de Duración

T (años)	P. Máx. 24 horas	Duración en Minutos							
		60	120	180	240	300	360	480	720
2	38.688	9.672	11.993	14.701	17.023	19.344	21.665	24.760	30.563
5	48.923	12.231	15.166	18.591	21.526	24.462	27.397	31.311	38.649
10	55.769	13.942	17.288	21.192	24.538	27.884	31.231	35.692	44.057
25	64.274	16.069	19.925	24.424	28.281	32.137	35.994	41.136	50.777
50	70.454	17.614	21.841	26.773	31.000	35.227	39.454	45.091	55.659
100	76.485	19.121	23.710	29.064	33.653	38.243	42.832	48.951	60.423
150	79.959	19.990	24.787	30.384	35.182	39.979	44.777	51.174	63.167
200	82.403	20.601	25.545	31.313	36.257	41.201	46.146	52.738	65.098
250	84.288	21.072	26.129	32.029	37.087	42.144	47.201	53.944	66.587
500	90.092	22.523	27.928	34.235	39.640	45.046	50.451	57.659	71.172

Nota: Elaboración Propia

Las intensidades de lluvia a partir de las precipitaciones máximas, estará dada en relación con la duración de precipitación y frecuencia de la misma

Tabla 34

Intensidades de la Lluvia (mm/hr), Según el Periodo de Retorno

T (años)	P. Máx. 24 horas	Duración en Minutos							
		60	120	180	240	300	360	480	720
2	38.688	9.672	5.997	4.900	4.256	3.869	3.611	3.095	2.547
5	48.923	12.231	7.583	6.197	5.382	4.892	4.566	3.914	3.221
10	55.769	13.942	8.644	7.064	6.135	5.577	5.205	4.462	3.671
25	64.274	16.069	9.963	8.141	7.070	6.427	5.999	5.142	4.231
50	70.454	17.614	10.920	8.924	7.750	7.045	6.576	5.636	4.638
100	76.485	19.121	11.855	9.688	8.413	7.649	7.139	6.119	5.035
150	79.959	19.990	12.394	10.128	8.795	7.996	7.463	6.397	5.264
200	82.403	20.601	12.772	10.438	9.064	8.240	7.691	6.592	5.425
250	84.288	21.072	13.065	10.676	9.272	8.429	7.867	6.743	5.549
500	90.092	22.523	13.964	11.412	9.910	9.009	8.409	7.207	5.931

Nota: Elaboración Propia

Luego se procedió a realizar la regresión lineal por cada periodo de retorno:

Tabla 35

Resumen de aplicación de Regresión Potencial

Periodo de Retorno (años)	Término cte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	83.06849619291	-0.53752143702
5	105.04572663118	-0.53752143702
10	119.74412164058	-0.53752143702
25	150.76309605847	-0.55496493933
50	151.27603671851	-0.53752143702
100	164.22508494649	-0.53752143702
150	171.68346498262	-0.53752143702
200	176.93150532685	-0.53752143702
250	180.97853782531	-0.53752143702
500	193.43990407956	-0.53752143702
Promedio	149.71559744025	-0.53926578725

Nota: Elaboración Propia

Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia

Se realizó otra regresión de potencia en función del cambio de la variable entre el periodo de retorno (T) y la constante de regresión (d).

Tabla 36

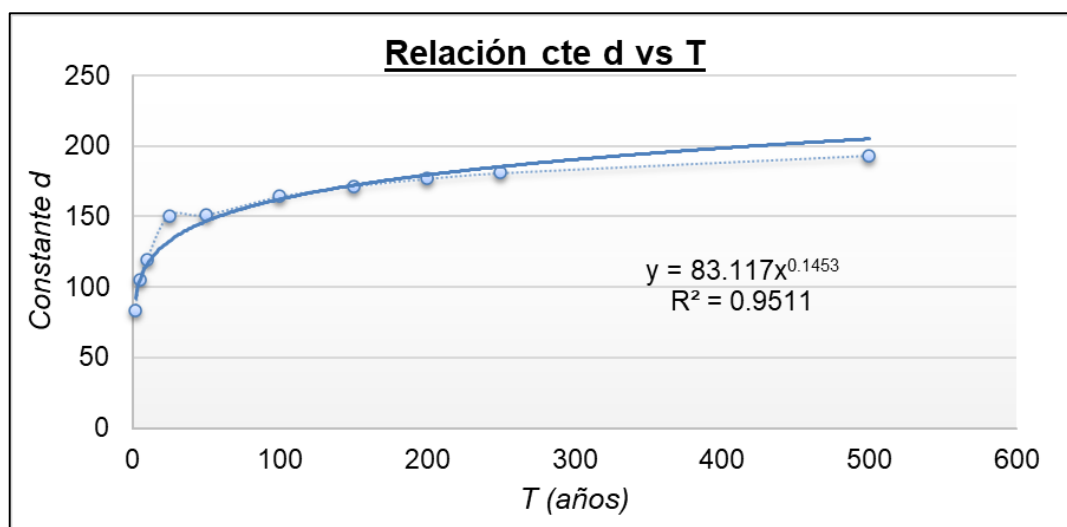
Resumen de aplicación de Regresión Potencial

Nº	T	d	ln T	ln d	ln T*ln d	(lnT)^2
1	2	83.0685	0.6931	4.4197	3.0635	0.4805
2	5	105.0457	1.6094	4.6544	7.4910	2.5903
3	10	119.7441	2.3026	4.7854	11.0187	5.3019
4	25	150.7631	3.2189	5.0157	16.1449	10.3612
5	50	151.2760	3.9120	5.0191	19.6349	15.3039
6	100	164.2251	4.6052	5.1012	23.4921	21.2076
7	150	171.6835	5.0106	5.1457	25.7830	25.1065
8	200	176.9315	5.2983	5.1758	27.4228	28.0722
9	250	180.9785	5.5215	5.1984	28.7026	30.4865
10	500	193.4399	6.2146	5.2650	32.7197	38.6214
10	1292	1497.1560	38.3863	49.7802	195.4732	177.5318
<i>Ln (K) =</i>		4.4203	<i>K =</i>	83.1174	<i>m =</i>	0.1453

Nota: Elaboración Propia

Figura 81

Relación entre la Constante d y T.



Nota: Elaboración Propia

Por lo tanto, se tiene la siguiente expresión, el cual se aplicará para el cálculo de intensidades para la cuenca:

$$I = \frac{83.11744 \times T^{0.1453043}}{t^{0.539266}}$$

Tabla 37

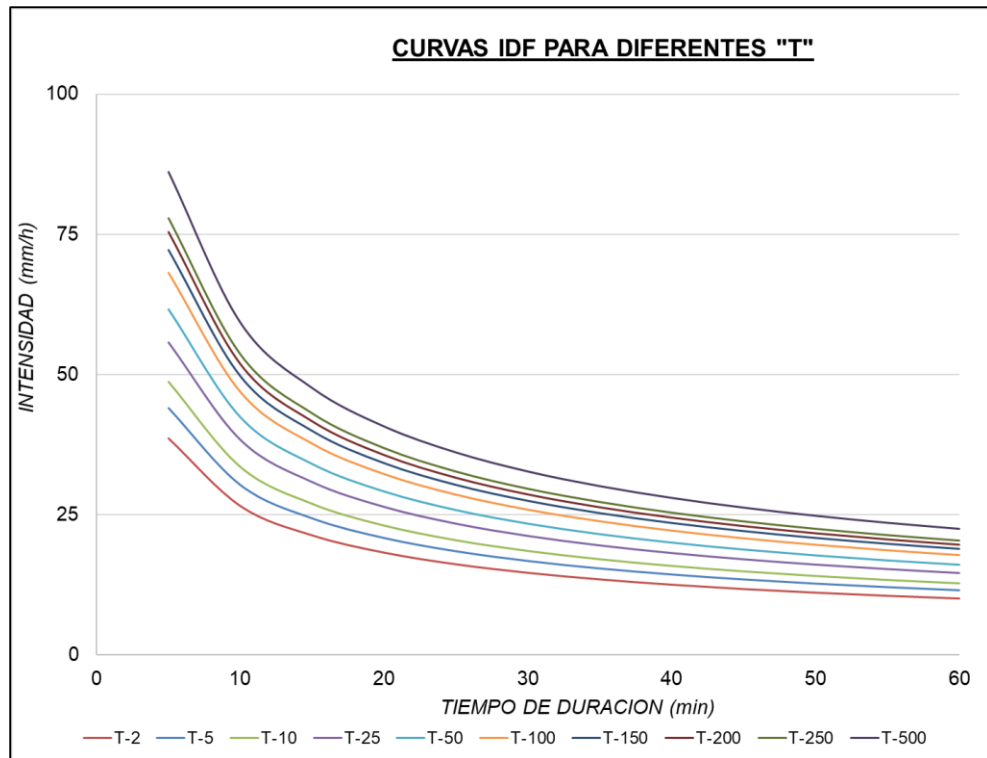
Cuadro de Intensidades para Diferentes Tiempos de Duración

Duración (t)	Periodo de Retorno (T) en Años									
	2	5	10	25	50	100	150	200	250	500
5	38.59	44.09	48.76	55.70	61.61	68.13	72.27	75.35	77.84	86.09
10	26.56	30.34	33.55	38.33	42.39	46.89	49.73	51.85	53.56	59.24
15	21.34	24.38	26.96	30.80	34.07	37.68	39.96	41.67	43.04	47.60
20	18.27	20.88	23.09	26.38	29.17	32.26	34.22	35.68	36.86	40.76
30	14.68	16.78	18.55	21.20	23.44	25.93	27.50	28.67	29.62	32.76
40	12.57	14.37	15.89	18.15	20.07	22.20	23.55	24.55	25.36	28.05
50	11.15	12.74	14.09	16.09	17.80	19.68	20.88	21.77	22.49	24.87
60	10.11	11.54	12.77	14.59	16.13	17.84	18.92	19.73	20.38	22.54

Nota: Elaboración Propia

Figura 82

Curva I-D-F de los Diferentes Periodos de Retorno



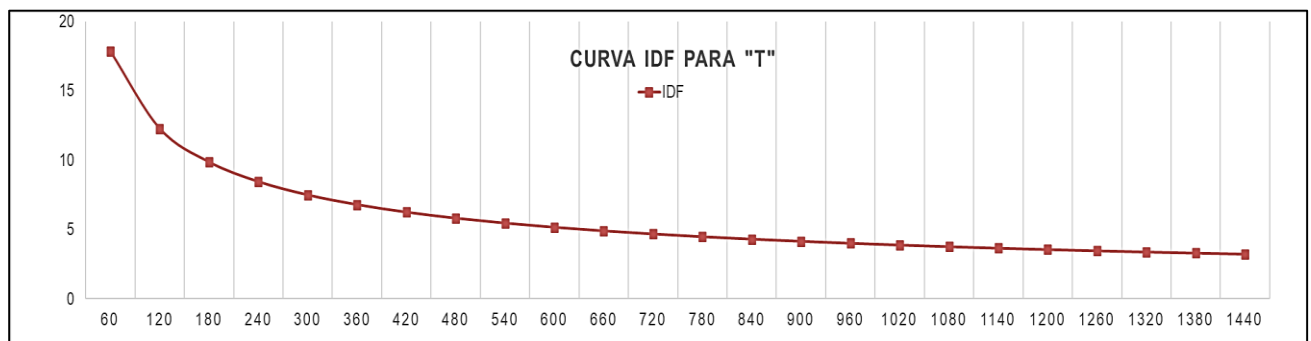
Nota: Elaboración Propia

Hietograma de Diseño con T=100 años

Para el hietograma se realizará con un periodo de retorno de 100 años, para una duración de tormenta de 24 horas (1440 min) con un intervalo de 60 minutos y una precipitación P24hr. de 77.15mm.

Figura 83

Curva I-D-F de un Periodo de Retorno de 100 Años



Nota: Elaboración Propia

Según el Método del bloque alterno se obtendrá el hietograma en diferentes tiempos de duración.

Tabla 38

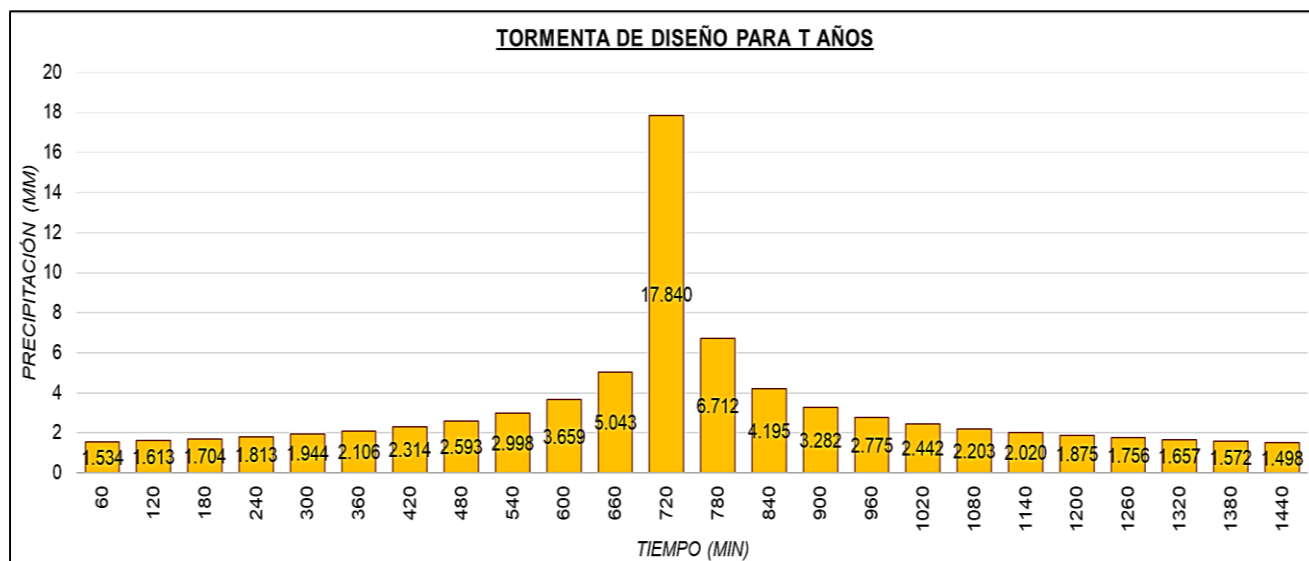
Método del Bloque Alterno para Obtención de Hietograma de Diseño

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	P.acumulada (mm)	ΔP (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	P. Alternada (mm)	InPa Alternada (mm)
60	17.840	17.840	17.840	17.840	1.534	1.534
120	12.276	24.553	6.712	6.712	1.613	1.613
180	9.865	29.596	5.043	5.043	1.704	1.704
240	8.448	33.790	4.195	4.195	1.813	1.813
300	7.490	37.449	3.659	3.659	1.944	1.944
360	6.789	40.731	3.282	3.282	2.106	2.106
420	6.247	43.729	2.998	2.998	2.314	2.314
480	5.813	46.504	2.775	2.775	2.593	2.593
540	5.455	49.097	2.593	2.593	2.998	2.998
600	5.154	51.539	2.442	2.442	3.659	3.659
660	4.896	53.853	2.314	2.314	5.043	5.043
720	4.671	56.056	2.203	2.203	17.840	17.840
780	4.474	58.162	2.106	2.106	6.712	6.712
840	4.299	60.182	2.020	2.020	4.195	4.195
900	4.142	62.126	1.944	1.944	3.282	3.282
960	4.000	64.001	1.875	1.875	2.775	2.775
1020	3.871	65.813	1.813	1.813	2.442	2.442
1080	3.754	67.570	1.756	1.756	2.203	2.203
1140	3.646	69.274	1.704	1.704	2.020	2.020
1200	3.547	70.931	1.657	1.657	1.875	1.875
1260	3.454	72.543	1.613	1.613	1.756	1.756
1320	3.369	74.115	1.572	1.572	1.657	1.657
1380	3.289	75.648	1.534	1.534	1.572	1.572
1440	3.214	77.146	1.498	1.498	1.498	1.498

Nota: Elaboración Propia

Figura 84

Hietograma de Precipitación de Diseño (T=100)



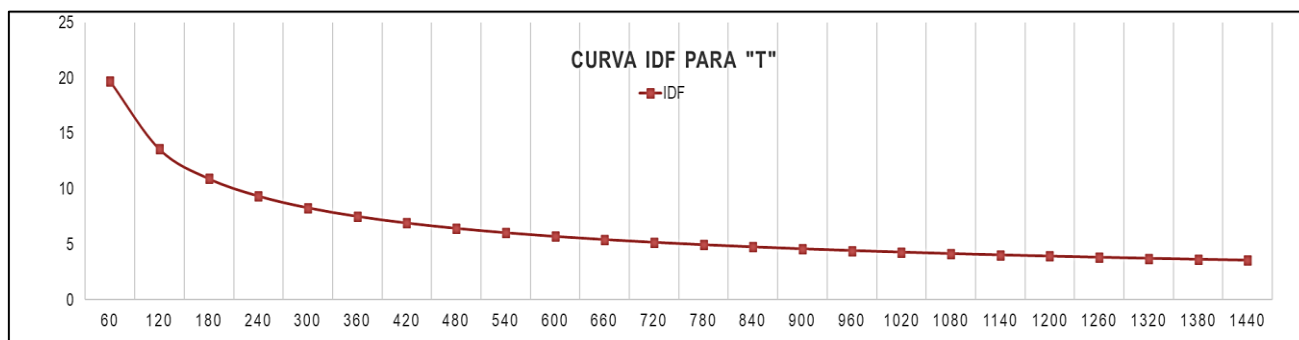
Nota: Elaboración Propia

Hietograma de Diseño con T=500 años

Para el hietograma se realizará con un periodo de retorno de 500 años, para una duración de tormenta de 24 horas (1440 min) con un intervalo de 60 minutos y una precipitación P24hr. de 43.70mm.

Figura 85

Curva I-D-F de un Periodo de Retorno de 100 Años



Nota: Elaboración Propia

Según el Método del bloque alterno se obtendrá el hietograma en diferentes tiempos de duración.

Tabla 39

Método del Bloque Alterno para Obtención de Hietograma de Diseño

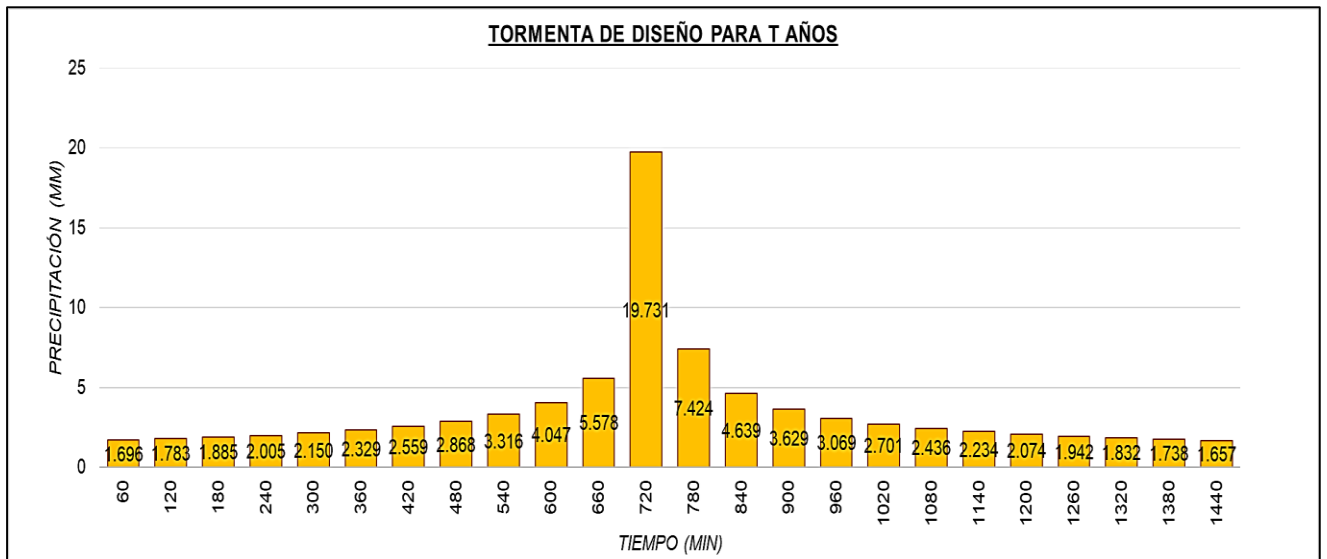
Instante (min)	Intensidad (mm/h)	P.acumulada (mm)	ΔP (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	P. Alternada (mm)	InPa Alternada (mm)
60	19.731	19.731	19.731	19.731	1.696	1.696

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	P.acumulada (mm)	ΔP (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	P. Alternada (mm)	InPa Alternada (mm)
120	13.577	27.154	7.424	7.424	1.783	1.783
180	10.911	32.732	5.578	5.578	1.885	1.885
240	9.343	37.371	4.639	4.639	2.005	2.005
300	8.284	41.418	4.047	4.047	2.150	2.150
360	7.508	45.047	3.629	3.629	2.329	2.329
420	6.909	48.363	3.316	3.316	2.559	2.559
480	6.429	51.432	3.069	3.069	2.868	2.868
540	6.033	54.300	2.868	2.868	3.316	3.316
600	5.700	57.001	2.701	2.701	4.047	4.047
660	5.414	59.559	2.559	2.559	5.578	5.578
720	5.166	61.996	2.436	2.436	19.731	19.731
780	4.948	64.325	2.329	2.329	7.424	7.424
840	4.754	66.559	2.234	2.234	4.639	4.639
900	4.581	68.709	2.150	2.150	3.629	3.629
960	4.424	70.782	2.074	2.074	3.069	3.069
1020	4.282	72.787	2.005	2.005	2.701	2.701
1080	4.152	74.730	1.942	1.942	2.436	2.436
1140	4.032	76.615	1.885	1.885	2.234	2.234
1200	3.922	78.447	1.832	1.832	2.074	2.074
1260	3.820	80.230	1.783	1.783	1.942	1.942
1320	3.726	81.968	1.738	1.738	1.832	1.832
1380	3.638	83.664	1.696	1.696	1.738	1.738
1440	3.555	85.321	1.657	1.657	1.657	1.657

Nota: Elaboración Propia

Figura 86

Hietograma de Precipitación de Diseño (T=500)



Nota: Elaboración Propia

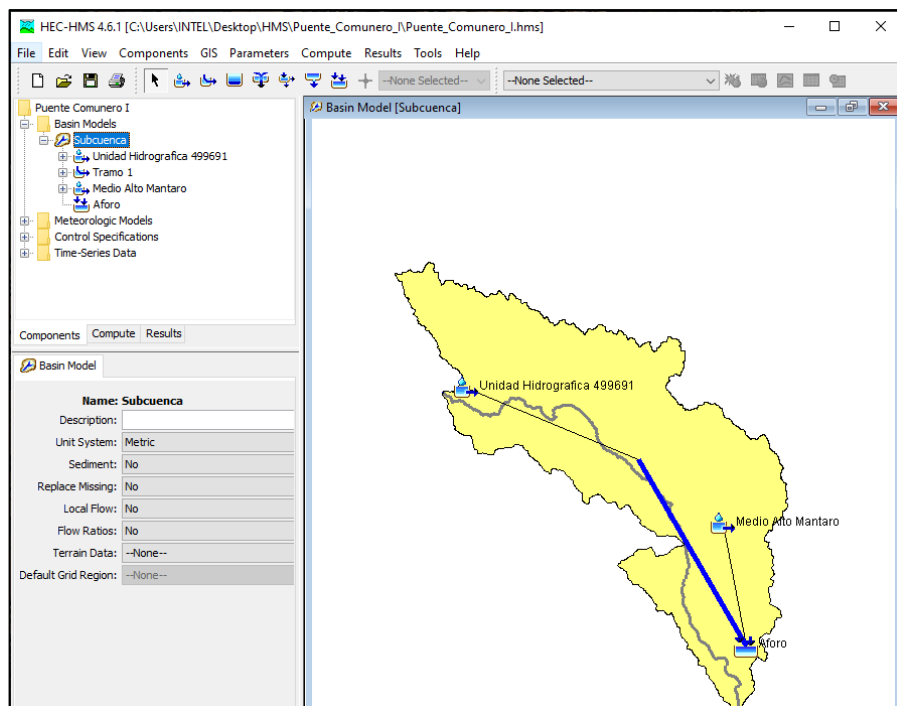
4.3.2.4.5. Método HEC-HMS

Modelo de la cuenca

El modelado para el diseño de caudal se consideraron las subcuencas conformadas por Medio Alto Mantaro y Unidad Hidrográfica 499691, teniendo en cuenta la ubicación de la Estación Pluviométrica Co Jauja.

Figura 87

Modelo de las Subcuencas Medio Alto Mantaro y Unidad Hidrográfica 499691



Nota: Captura de pantalla del software Hec-HMS. Elaboración propia

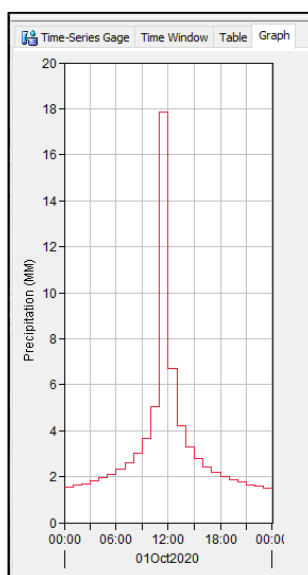
Modelo meteorológico

Para determinar la precipitación máxima de diseño se consideró la serie de registro hidrometeorológico de la estación Co Jauja, con registros de los años del 2010 al 2019, luego se hizo el análisis y transformación a periodos de duración menores a una hora por el método del BLOQUE ALTERNO, se hizo análisis de distribuciones.

Las precipitaciones máximas determinadas para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 250 y 500 años.

Figura 88

Modelo Meteorológico Estación CO Jauja



Nota: Captura de pantalla del software Hec-HMS. Elaboración propia

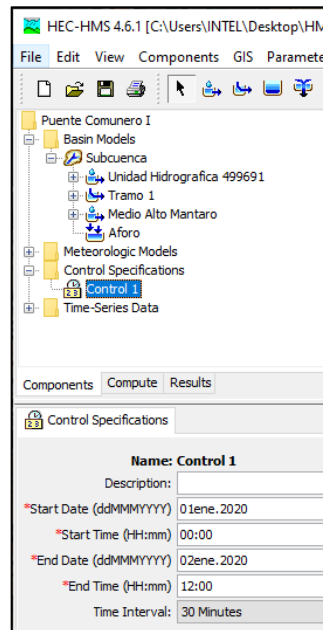
Modelo de control de especificaciones

Para el modelo de control se ingresaron los intervalos de tiempo (fechas y horas de inicio y fin de la simulación), para el cálculo del hidrograma.

Se ingreso con fecha de 01 de enero de 2020, de 00:00 horas hasta las 12:00 horas del 03 de enero de 2020 con intervalos de control de 30 minutos para el modelado.

Figura 89

Modelo de Control para la Simulación de Cuenca



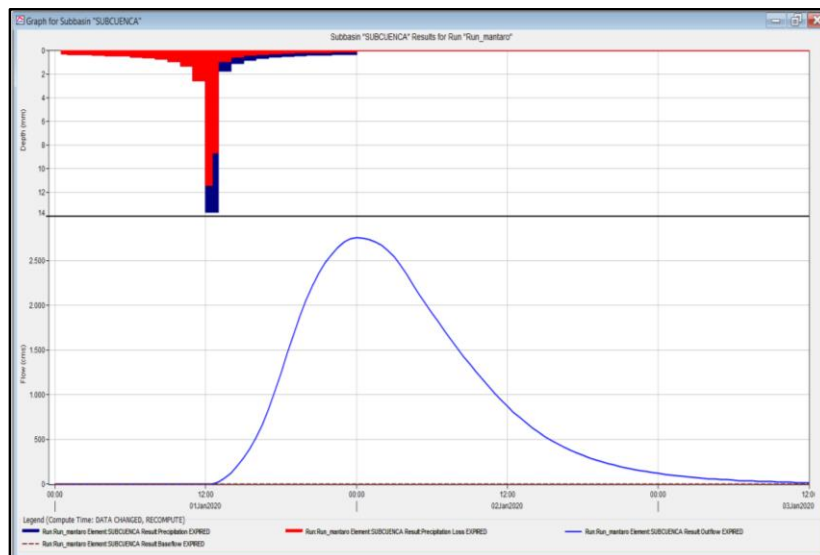
Nota: Captura de pantalla del software Hec-HMS. Elaboración propia

Hidrograma de salida de las cuencas

Posteriormente del procesamiento de los modelos de las cuencas en HEC-HMS, podemos apreciar los hidrogramas de salida para cada cuenca de acuerdo a los parámetros establecidos en el modelo.

Figura 90

Hidrograma de Salida de la Cuenca Mantaro



Nota: Captura de pantalla del software Hec-HMS. Elaboración propia

Los caudales resultantes se muestran en las siguientes imágenes, dichos caudales son los generados por las máximas avenidas ocurridas en cada cuenca.

Tabla 40

Caudales de Diseño (m³/s)

Cuenca: Río Mantaro	Latitud:	11°47'11.97"
Estación: Co Jauja	Longitud:	75°29'12.76"
Área de Cuenca = 3005.03 km ²	Altitud:	3 366 m.s.n.m.
Periodo de Retorno Tr (años)		Caudal de Diseño (m³/s)
100		623.94
500		724.53

Nota: Elaboración Propia.

Resultados

Con los resultados obtenidos para un tiempo de retorno de 100 años con un caudal de 623.94 m³/seg y para un periodo de retorno de 500 años con un caudal de 724.53 m³/seg, se podrá calcular la socavación en los estribos del puente Comunero I.

El certificado de validación del SENAMHI, se encontrará en el anexo 5.

4.3.3. Estudio Geológico y Geotécnico

4.3.3.1. Geomorfología

Para el área de análisis del puente Comunero I, está ubicado regionalmente en la Cordillera Occidental del sistema montañoso de los Andes Centrales del Perú. Se distinguen regiones geomorfológicas alineadas con dirección NO-SE:

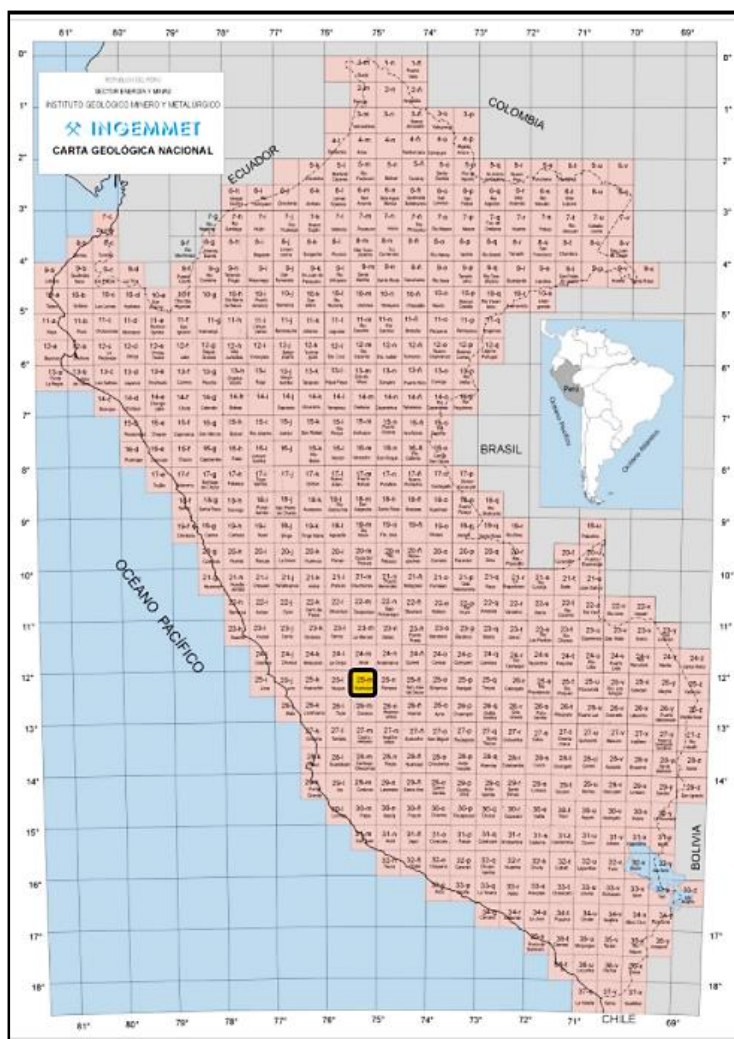
- Esta región se encuentra a 4,000 m.s.n.m, produciéndose en las rocas calcáreas una morfología característica. En el área de Huancayo, las Altas Mesetas están atravesadas por ríos que forman valles encañonados.
- Consta de valles interandinos y también valles extensos como es el valle del Mantaro). Dichos muestran proporciones de material erosionado producto de las partes altas y que son acumulaciones debido a la hidrodinámica de las subcuencas.

4.3.3.2. Geología

En la Carta Geológica Nacional de Huancayo (25-m) se encuentra ubicado el puente Comunero I. En Huancayo, ocurrieron dos etapas sedimentarias: paleozoico y mesozoico – cenozoico.

Figura 91

Carta Geológica Nacional



Nota: Adaptado de carta geológica nacional, por INGEMMET, 2015, https://geocatminapp.ingemmet.gob.pe/complementos/Descargas/Mapas/publicaciones/serie_a/mapas/indice.htm

4.3.3.3. Geotecnia

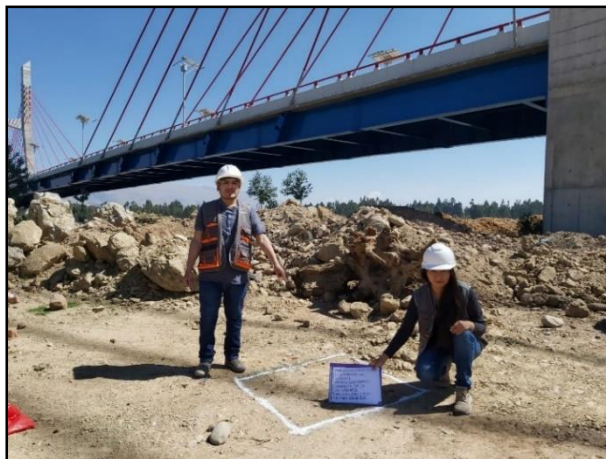
Para el cálculo de socavación, se obtendrán muestras de seis calicatas representativas (tres calicatas de cada margen), para llevarlos al laboratorio y realizar los ensayos correspondientes

4.3.3.3.1. Extracción y Muestreo

Para la extracción de las muestras se realizaron seis calicatas, tres en la margen derecha y tres en la margen izquierda, las cuales se tomaron cerca a los pilones y separadas a una distancia de 50m aproximadamente.

Figura 92

Fotografía de Calicata N°01



Nota: Calicata ubicado en la margen izquierda del puente Comunero I. Elaboración Propia.

Figura 93

Fotografía de Calicata N°06



Nota: Calicata ubicado en la margen derecha del puente Comunero I. Elaboración Propia.

Para más detalles de las calicatas se encontrarán el anexo 8 y 9.

4.4. Ensayos para la Evaluación

4.4.1. Ensayo de Mecánica de Suelo

La granulometría se ha realizado mediante el uso de los tamices estándares según la norma ASTM.

Figura 94

Fotografía del Ensayo de Granulométrico



Nota: Tamizaje de las muestras tomadas de las calicatas, llevados al laboratorio de suelos. Elaboración Propia.

Figura 95

Fotografía de la Separación de Muestras



Nota: Según el tamizado se separó las muestras por el tamaño de pasante de los tamices. Elaboración Propia.

Resultados:

Se obtiene el cuadro de resumen de la ubicación de las calicatas, la profundidad, la clasificación SUCS, el coeficiente de uniformidad (Cu), el

coeficiente de curvatura (Cc), y los valores del D50, D90 y D95 según la clasificación granulométrica.

Tabla 41

Resumen de las Calicatas

CALICATA	ESTRUCTURA	PROF. (m)	TIPO DE SUELO	CLASIF. SUCS	Cu	Cc	D50 (mm)	D90 (mm)	D95 (mm)
C-01	ESTRIBO	1.50	Grava mal	GP	32.01	0.70	21.72	76.30	88.04
	MARGEN DERECHA		gradada con Arena						
C-02	ESTRIBO	1.50	Grava mal	GW	30.03	1.24	21.019	74.216	87.110
	MARGEN DERECHA		gradada con Arena						
C-03	ESTRIBO	1.50	Grava mal	GP	36.80	0.68	21.391	76.286	88.038
	MARGEN DERECHA		gradada con Arena						
C-04	ESTRIBO	1.50	Grava mal	GP-GM	14.39	0.43	11.00	31.74	37.19
	MARGEN IZQUIERDA		gradada con Arena						
C-05	ESTRIBO	1.50	Grava mal	GP	14.21	0.42	11.119	31.577	37.160
	MARGEN IZQUIERDA		gradada con Arena						
C-06	ESTRIBO	1.50	Grava mal	GP	14.63	0.37	10.865	31.597	14.873
	MARGEN IZQUIERDA		gradada con Arena						

Nota: Elaboración Propia.

El certificado de validación del ensayo se encontrará en el anexo 4 y para el detalle de las fotografías se ubicarán en el anexo 8.

4.4.2. Esclerometría

Para este ensayo se utilizó el esclerómetro Técnicas CP, para determinar la resistencia de los elementos de concreto (estribos, losa y pilones), con información base para el procesamiento de datos.

Se tiene las siguientes fotografías tomas in-situ:

Figura 96

Fotografía del Esclerómetro



Nota: Se utilizó para el ensayo no destructivo el Esclerómetro (TECNICAS CP).
Elaboración Propia.

Figura 97

Fotografía de la Esclerometría en el Estribo



Nota: Toma de datos con el esclerómetro de la resistencia del concreto en el estribo del puente Comunero I. Elaboración Propia.

Figura 98

Fotografía de la Esclerometría en el Pilón - Inferior



Nota: Toma de datos con el esclerómetro de la resistencia del concreto en el pilón del puente Comunero I. Elaboración Propia.

Figura 99

Fotografía de la Esclerometría en el Pílon - Superior.



Nota: Toma de datos con el esclerómetro de la resistencia del concreto en el pílón del puente Comunero I. Elaboración Propia.

Resultados:

Se obtiene el cuadro de resumen de la toma de datos de la resistencia de los elementos de concreto armado que conforman el Puente Comunero I (losa, pilones y estribos):

Tabla 42

Cuadro de Resumen de las Resistencias Tomadas por el Esclerómetro

ESTRUCTURA	VALOR PROMEDIO DE ESCLEROMETRÍA DE LOS PUNTOS TOMADOS	RESISTENCIA ESTIMADA $f'c$ (kg/cm²)
ESTRIBO DERECHO	48.88	500.00
PILON DERECHO (Aguas Abajo)	58.63	Mayor a 600
PILON DERECHO (Aguas Arriba)	50.25	520.00
ESTRIBO IZQUIERDO	48.25	485.00
PILON IZQUIERDO (Aguas Abajo)	59.00	Mayor a 600
PILON IZQUIERDO (Aguas Arriba)	52.00	550.00
LOSA $\alpha=90^\circ$	56.88	Mayor a 600

Nota: Elaboración Propia.

El certificado de validación del ensayo se encontrará en el anexo 7 y para el detalle de las fotografías se ubicarán en el anexo 9.

4.4.3. Medición de Espesor de Pintura

Se realizó la medición de espesores de pintura en los elementos de acero que conforman el puente Comunero I (vigas transversales y vigas principales), con el instrumento "POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03".

Figura 100

Fotografía de Medición de Espesores de Pintura



Nota: Medición de espesores de pintura con el equipo de inspección "POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03" en el puente Comunero I. Elaboración Propia.

Resultados:

El certificado de validación del ensayo de la toma de espesores de pintura de los elementos de acero que conforman el puente Comunero I (vigas transversales y vigas principales), se encontrará en el anexo 8.

4.5. Evaluación Hidráulica

4.5.1. Hidráulica en el Cruce del Puente

Para la construcción del puente Comunero I, involucró que en determinados tramos se irrumpa parte del cauce del Río Mantaro, de esta forma se produjeron cambios en la velocidad de flujo y en la pendiente hidráulica. El modelamiento se realizará en el software HEC-RAS V5.0.7.

4.5.2. Modelación Hidráulica de Socavación con HEC-RAS V5.0.7

Luego de obtener los datos necesarios, se procedió a realizar el cálculo de socavación con el software HEC RAS V5.0.7, se basará en ecuaciones y cantidad de movimiento del flujo para la modelación hidráulica.

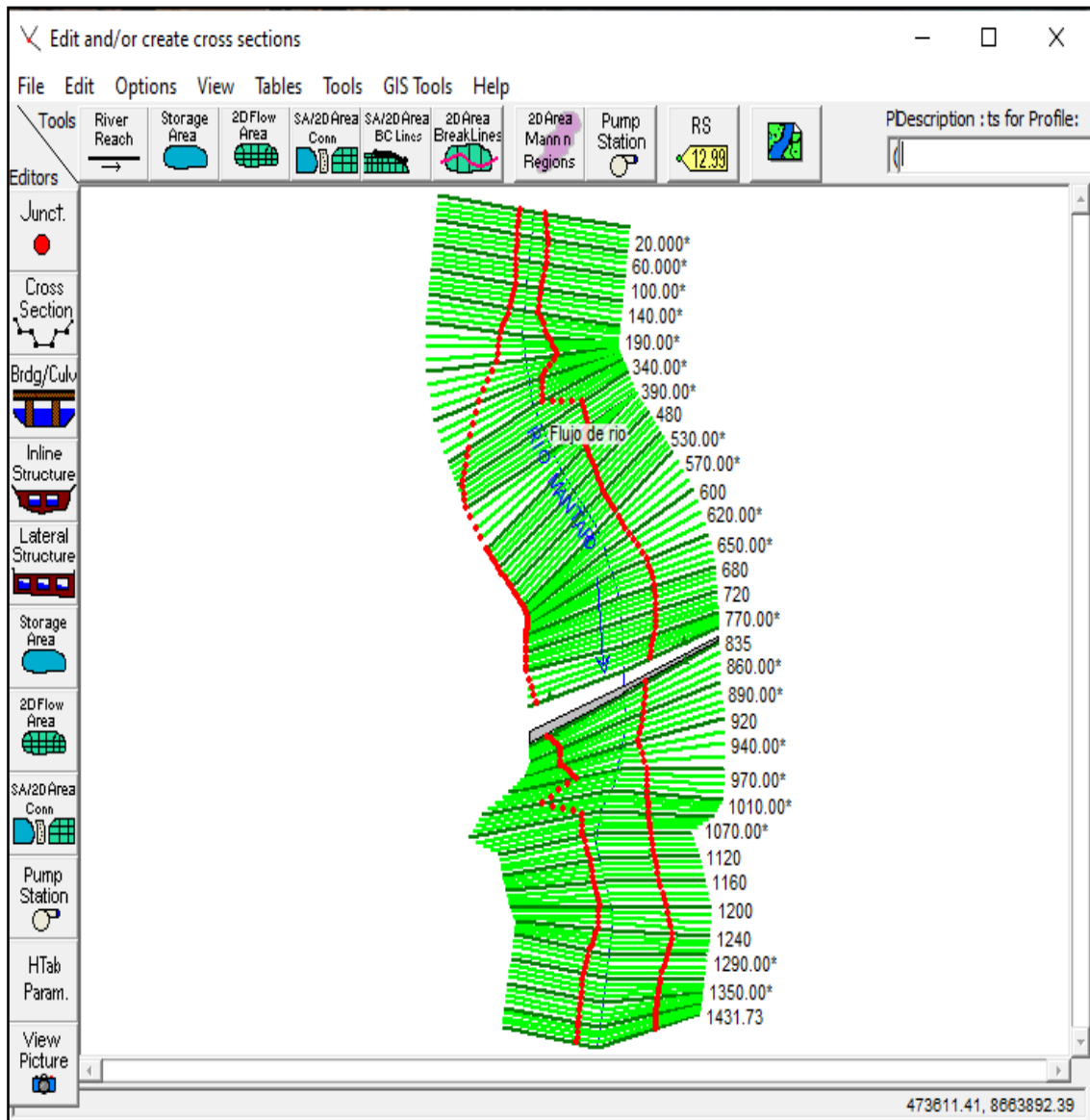
4.5.2.1. Ingreso de datos.

4.5.2.1.1. Datos topográficos

La información obtenida del levantamiento topográfico fue importada del Autodesk AutoCAD Civil 3D al software HEC-RAS V5.0.7, ya configurado sus coordenadas y el sistema de unidades.

Figura 101

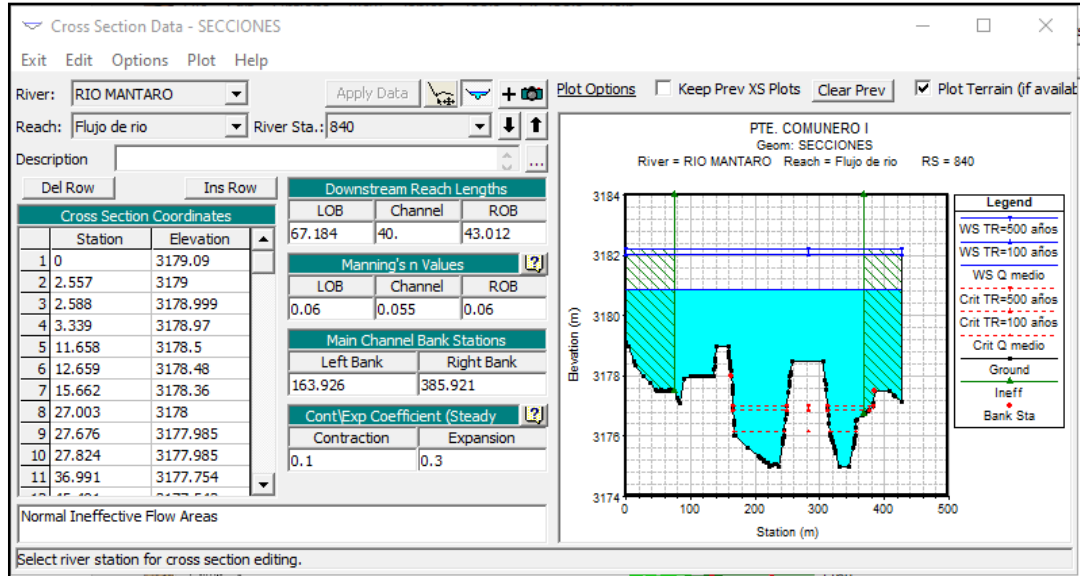
Datos Topográficos en Planta en HEC-RAS V5.0.7



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7 con las secciones topográficas en planta. Elaboración propia

Figura 102

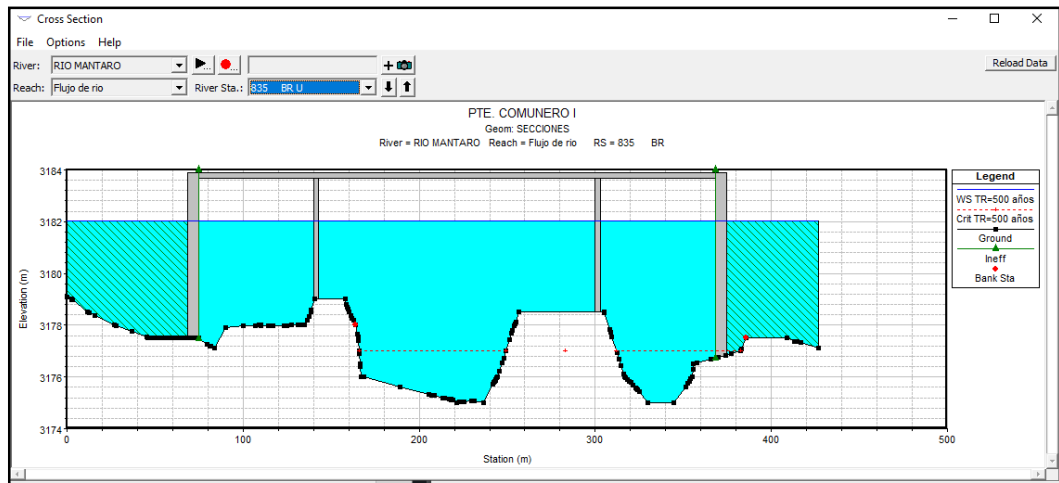
Estaciones y Elevaciones Importados del AutoCAD Civil 3D



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7 de las elevaciones sacadas del AutoCAD Civil 3D. Elaboración propia

Figura 103

Sección Transversal Importado del AutoCAD Civil 3D



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7 de la sección transversal a la altura del puente Comunero I, donde se realiza la modelación de socavación en los estribos. Elaboración propia.

4.5.2.1.2. Datos geotécnicos

Los datos de mayor importancia en este ámbito son la rugosidad, el diámetro promedio de las partículas del fondo del cauce del río y el peso específico del material.

Obtenido ya estos resultados se procede a insertar en el programa.

Figura 104

Parámetros Geotécnicos del D50 y el D95

Downstream Reach Lengths		
LOB	Channel	ROB
67.184	40.	43.012

Manning's n Values		
LOB	Channel	ROB
0.06	0.055	0.06

Main Channel Bank Stations	
Left Bank	Right Bank
0	426.903

Cont'Exp Coefficient (Steady)	
Contraction	Expansion
0.1	0.3

Contraction		Abutment	
<input checked="" type="radio"/> Maximum V1 Y1	<input type="radio"/> Local V1 Y1	Pier #	Apply to All Piers
Shape:	Round nose	a:	3.00 D50: 15.20
Y1:	5.44	V1:	0.26 Fr1: 0.020
Method	CSU equation	CSU's Eqn. Specific Data	
K1:	1.00	Angle:	30.00 L: 11.60

Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7 de los parámetros geotécnicos.

Elaboración propia

4.5.2.1.3. Datos hidrológicos

El caudal calculado en los diferentes periodos de retorno para 100 y 500 años, serán Ingresados al software HEC-RAS V5.0.7.

Figura 105

Caudales de Diseño en el HEC-RAS V5.0.7

Steady Flow Data - CAUDAL						
Locations of Flow Data Changes						
River:	RIO MANTARO					
Reach:	Flujo de rio	River Sta.:	1431.73			
Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates			
River	Reach	RS	Q medio	TR=100 años	TR=500 años	
1	RIO MANTARO	Flujo de rio	1431.73	228.97	623.94	724.53
2	RIO MANTARO	Flujo de rio	1400	228.97	623.94	724.53
3	RIO MANTARO	Flujo de rio	1360	228.97	623.94	724.53
4	RIO MANTARO	Flujo de rio	1320	228.97	623.94	724.53
5	RIO MANTARO	Flujo de rio	1280	228.97	623.94	724.53
6	RIO MANTARO	Flujo de rio	1240	228.97	623.94	724.53
7	RIO MANTARO	Flujo de rio	1200	228.97	623.94	724.53
8	RIO MANTARO	Flujo de rio	1160	228.97	623.94	724.53
9	RIO MANTARO	Flujo de rio	1120	228.97	623.94	724.53
10	RIO MANTARO	Flujo de rio	1080	228.97	623.94	724.53
11	RIO MANTARO	Flujo de rio	1040	228.97	623.94	724.53
12	RIO MANTARO	Flujo de rio	1000	228.97	623.94	724.53
13	RIO MANTARO	Flujo de rio	960	228.97	623.94	724.53
14	RIO MANTARO	Flujo de rio	920	228.97	623.94	724.53
15	RIO MANTARO	Flujo de rio	880	228.97	623.94	724.53
16	RIO MANTARO	Flujo de rio	840	228.97	623.94	724.53
17	RIO MANTARO	Flujo de rio	800	228.97	623.94	724.53
18	RIO MANTARO	Flujo de rio	760	228.97	623.94	724.53
19	RIO MANTARO	Flujo de rio	720	228.97	623.94	724.53
20	RIO MANTARO	Flujo de rio	680	228.97	623.94	724.53
21	RIO MANTARO	Flujo de rio	640	228.97	623.94	724.53
22	RIO MANTARO	Flujo de rio	600	228.97	623.94	724.53
23	RIO MANTARO	Flujo de rio	560	228.97	623.94	724.53
24	RIO MANTARO	Flujo de rio	520	228.97	623.94	724.53
25	RIO MANTARO	Flujo de rio	480	228.97	623.94	724.53
26	RIO MANTARO	Flujo de rio	440	228.97	623.94	724.53
27	RIO MANTARO	Flujo de rio	400	228.97	623.94	724.53
28	RIO MANTARO	Flujo de rio	360	228.97	623.94	724.53
29	RIO MANTARO	Flujo de rio	320	228.97	623.94	724.53
30	RIO MANTARO	Flujo de rio	280	228.97	623.94	724.53
31	RIO MANTARO	Flujo de rio	240	228.97	623.94	724.53
32	RIO MANTARO	Flujo de rio	200	228.97	623.94	724.53
33	RIO MANTARO	Flujo de rio	160	228.97	623.94	724.53
34	RIO MANTARO	Flujo de rio	120	228.97	623.94	724.53
35	RIO MANTARO	Flujo de rio	80	228.97	623.94	724.53
36	RIO MANTARO	Flujo de rio	40	228.97	623.94	724.53
37	RIO MANTARO	Flujo de rio	0	228.97	623.94	724.53

Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7, ingreso del caudal de diseño.

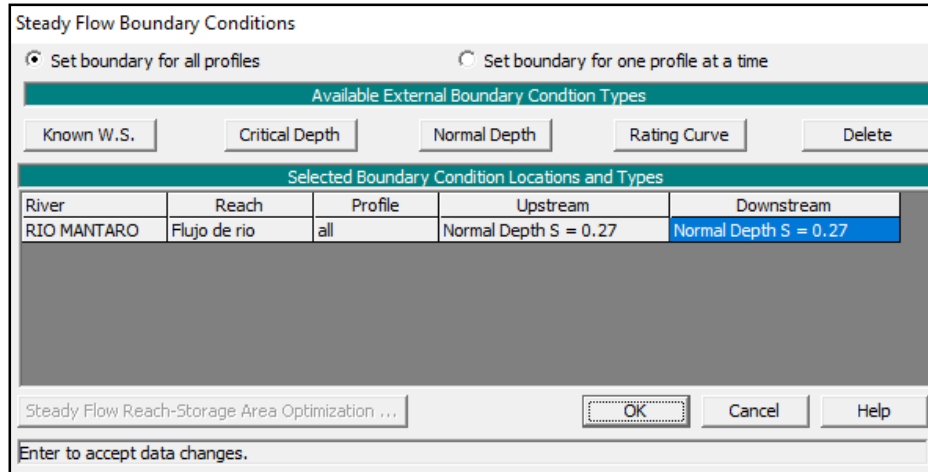
Elaboración propia

4.5.2.1.4. Datos hidráulicos

Para la modelación respectiva se debe tener calculada la pendiente de la línea de energía promedio del cauce en análisis. Se considerará que la línea de energía será paralela a la pendiente del espejo de agua.

Figura 106

Pendiente del Río en el HEC-RAS V5.0.7



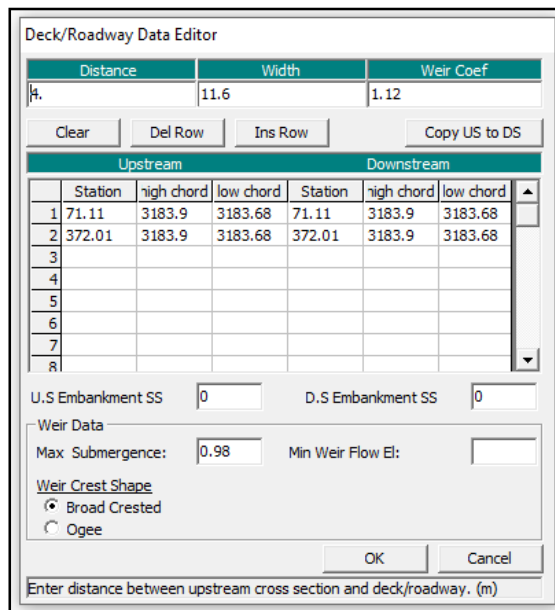
Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7, ingreso de datos de la pendiente. Elaboración propia

4.5.2.1.5. Geometría del puente

Se ingresarán las dimensiones del puente Comunero I, como se muestran en las siguientes figuras.

Figura 107

Datos Geométricos del Puente



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7, ingreso de datos geométricos del puente. Elaboración propia

Figura 108

Datos Geométricos del Pilón 1 y 2

The figure shows two side-by-side screenshots of the 'Pier Data Editor' window in HEC-RAS V5.0.7. The left window is for Pier # 1, and the right is for Pier # 2. Both windows have a 'Floating Pier Debris' section with options for 'All On ...', 'All Off ...', and 'Apply floating debris to this pier'. Below this is a table with columns for 'Upstream' and 'Downstream', each containing 'Pier Width' and 'Elevation'. The table in both windows has two rows of data: (1, 3, 3175, 3, 3175) and (2, 3, 3224, 3, 3224). The left window also has input fields for 'Centerline Station Upstream' (141.54) and 'Centerline Station Downstream' (301.54). The right window has 'Centerline Station Upstream' (301.54) and 'Centerline Station Downstream' (461.54). Both windows have 'OK', 'Cancel', 'Help', and 'Copy Up to Down' buttons at the bottom.

Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7, ingreso de datos geométricos de los pilones. Elaboración propia

Figura 109

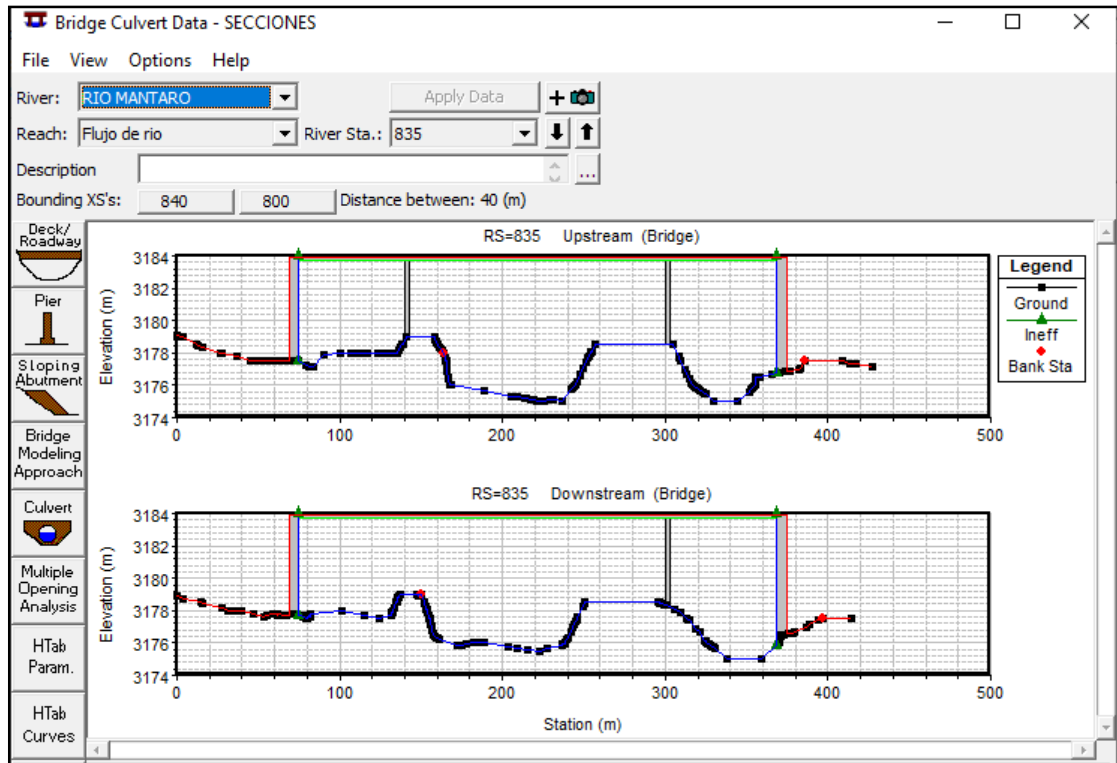
Datos Geométricos del Estribo 1 y 2

The figure shows two side-by-side screenshots of the 'Sloping Abutment Data Editor' window in HEC-RAS V5.0.7. The left window is for Abutment # 1, and the right is for Abutment # 2. Both windows have a table with columns for 'Upstream' and 'Downstream', each containing 'Station' and 'Elevation'. The table in both windows has two rows of data: (1, 68.61, 3183.9, 68.61, 3183.9) and (2, 75.01, 3183.9, 75.01, 3183.9) for the left, and (1, 368.11, 3183.9, 368.11, 3183.9) and (2, 374.51, 3183.9, 374.51, 3183.9) for the right. The left window also has input fields for 'Station' and 'Elevation' for both upstream and downstream. The right window has similar input fields. Both windows have 'OK', 'Cancel', 'Help', and 'Copy Up to Down' buttons at the bottom.

Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7, ingreso de datos geométricos de los estribos. Elaboración propia

Figura 110

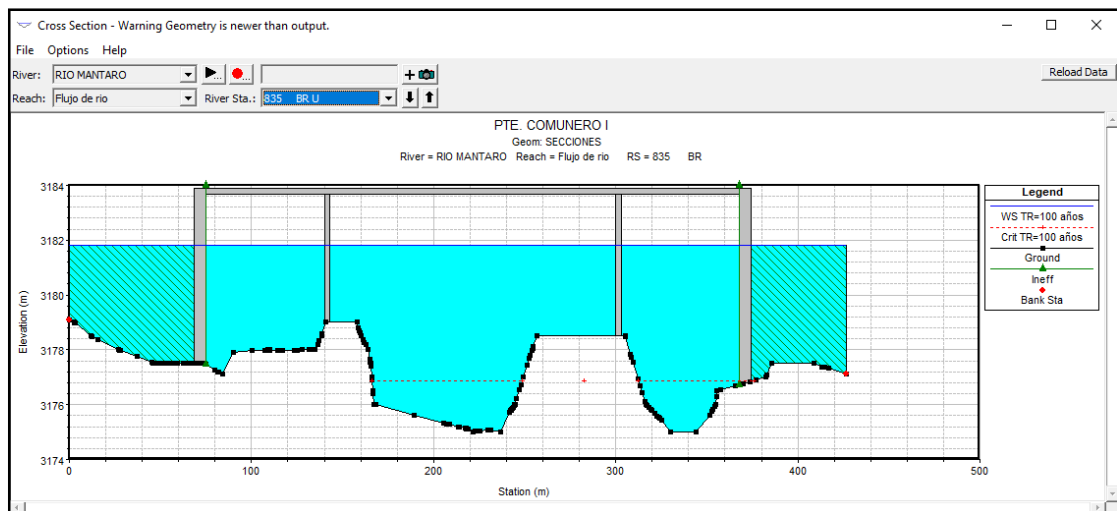
Sección del Puente Comunero I en el HEC-RAS V5.0.7



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7 de la sección final del puente Comunero I. Elaboración propia

Figura 111

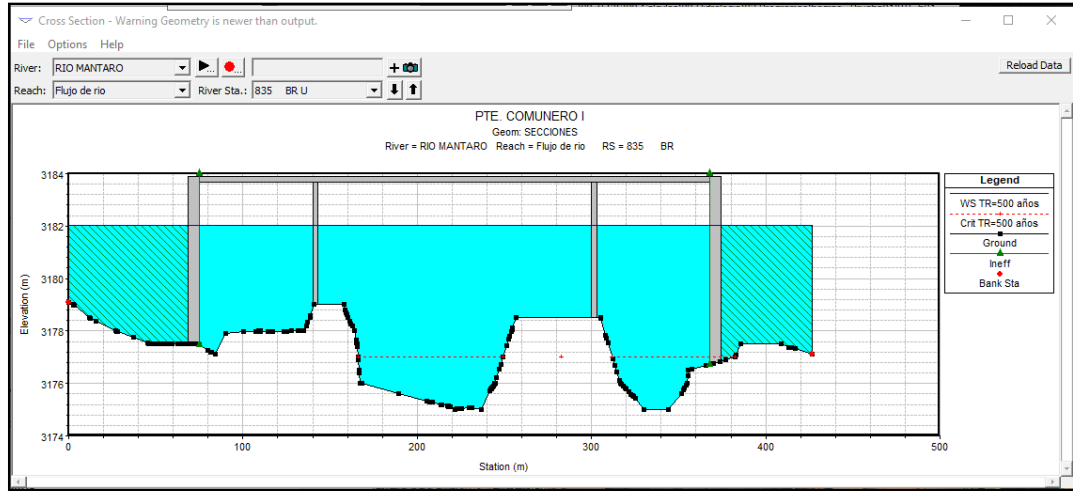
Sección Transversal al Nivel del Puente $T_r=100$ años



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7 de la sección transversal del cauce a la altura del puente Comunero I, donde se observa el detalle del pilar, los estribos y la superestructura. $T_r=100$ años. Elaboración propia

Figura 112

Sección Transversal al Nivel del Puente Tr=500 años



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7 de la sección transversal del cauce a la altura del puente Comunero I, donde se observa el detalle del pilar, los estribos y la superestructura. Tr=500 años. Elaboración propia

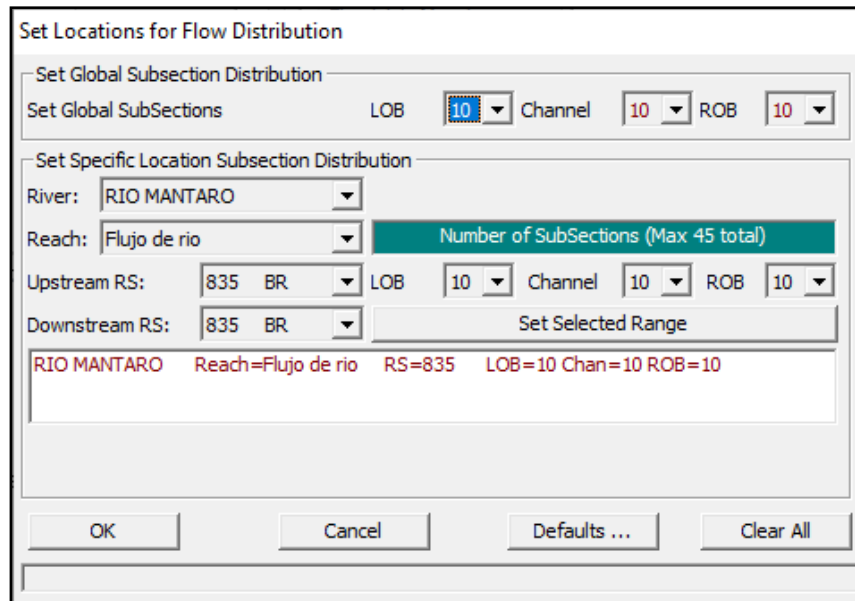
4.5.2.2. Procesamiento de datos

4.5.2.2.1. Fraccionamiento de la selección

Se fraccionó la sección en varios tramos para la mejor precisión de las distribuciones de velocidad y para la zona de inundación del lado derecho e izquierdo en diez partes.

Figura 113

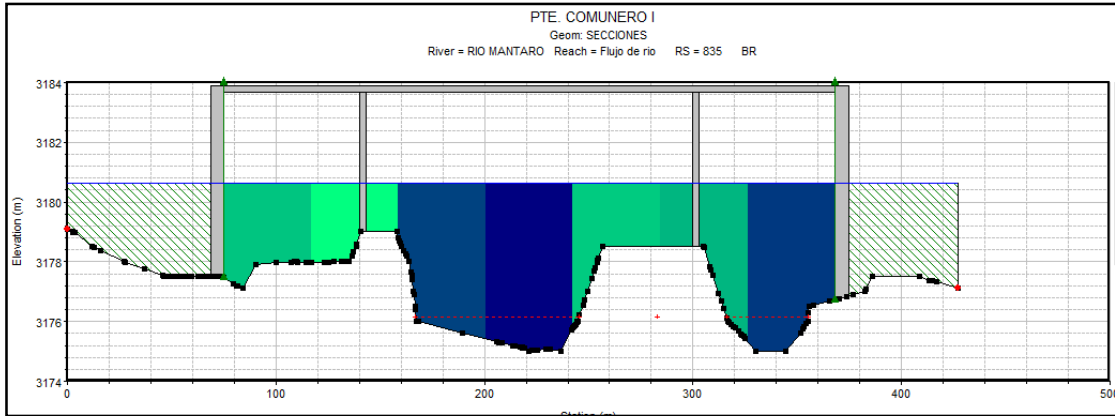
Fraccionamiento de la Sección Transversal del Rio



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

Figura 114

Distribución del Promedio de las Velocidades por Tramos en la Sección Transversal



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

4.5.2.2. Cálculos hidráulicos a la socavación

En el modelamiento, para el cálculo hidráulico se considerará el tipo de flujo a usar:

Figura 115

Resumen de los Cálculos Hidráulicos del Puente Comunero I, con un Q medio

Plan: Plan 01 RIO MANTARO Flujo de rio RS: 835 BR U Profile: Q medio					
E.G. Elev (m)	3180.63	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.00	Wt. n-Val.		0.055	
W.S. Elev (m)	3180.63	Reach Len. (m)	11.60	11.60	11.60
Crit W.S. (m)	3176.15	Flow Area (m2)		1061.78	
E.G. Slope (m/m)	0.000026	Area (m2)		1061.78	
Q Total (m3/s)	228.97	Flow (m3/s)		228.97	
Top Width (m)	287.10	Top Width (m)		287.10	
Vel Total (m/s)	0.22	Avg. Vel. (m/s)		0.22	
Max Chl Dpth (m)	5.63	Hydr. Depth (m)		3.70	
Conv. Total (m3/s)	44490.8	Conv. (m3/s)		44490.8	
Length Wtd. (m)	11.60	Wetted Per. (m)		303.48	
Min Ch El (m)	3175.00	Shear (N/m2)		0.91	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		0.20	
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)	226.14	556.18	85.85
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	173.29	162.64	79.07

Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

Figura 116

Resumen de los Cálculos Hidráulicos del Puente Comunero I (Tr=100 años)

Plan: Plan 01 RIO MANTARO Flujo de rio RS: 835 BR U Profile: TR=100 años					
		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	3181.84	Wt. n-Val.		0.055	
Vel Head (m)	0.01	Reach Len. (m)	11.60	11.60	11.60
W.S. Elev (m)	3181.83	Flow Area (m2)		1407.54	
Crit W.S. (m)	3176.87	Area (m2)		1407.54	
E.G. Slope (m/m)	0.000079	Flow (m3/s)		623.94	
Q Total (m3/s)	623.94	Top Width (m)		287.10	
Top Width (m)	287.10	Avg. Vel. (m/s)		0.44	
Vel Total (m/s)	0.44	Hydr. Depth (m)		4.90	
Max Chl Dpth (m)	6.83	Conv. (m3/s)		70065.0	
Conv. Total (m3/s)	70065.0	Wetted Per. (m)		310.71	
Length Wtd. (m)	11.60	Shear (N/m2)		3.52	
Min Ch El (m)	3175.00	Stream Power (N/m s)		1.56	
Alpha	1.00	Cum Volume (1000 m3)	444.69	750.08	191.14
Frctn Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	186.12	162.70	96.69
C & E Loss (m)	0.00				

Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

Figura 117

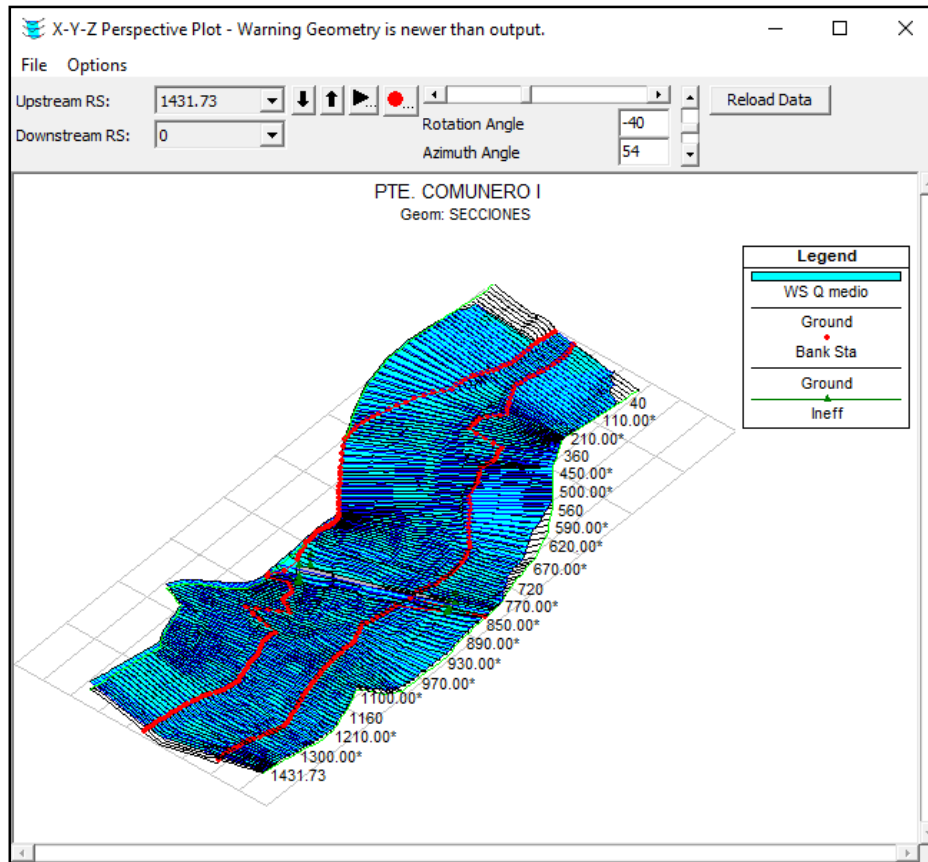
Resumen de los Cálculos Hidráulicos del Puente Comunero I (Tr=500 años)

Plan: Plan 01 RIO MANTARO Flujo de rio RS: 835 BR U Profile: TR=500 años					
		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	3182.04	Wt. n-Val.		0.055	
Vel Head (m)	0.01	Reach Len. (m)	11.60	11.60	11.60
W.S. Elev (m)	3182.02	Flow Area (m2)		1463.17	
Crit W.S. (m)	3177.01	Area (m2)		1463.17	
E.G. Slope (m/m)	0.000094	Flow (m3/s)		724.53	
Q Total (m3/s)	724.53	Top Width (m)		287.10	
Top Width (m)	287.10	Avg. Vel. (m/s)		0.50	
Vel Total (m/s)	0.50	Hydr. Depth (m)		5.10	
Max Chl Dpth (m)	7.02	Conv. (m3/s)		74555.2	
Conv. Total (m3/s)	74555.2	Wetted Per. (m)		311.87	
Length Wtd. (m)	11.60	Shear (N/m2)		4.34	
Min Ch El (m)	3175.00	Stream Power (N/m s)		2.15	
Alpha	1.00	Cum Volume (1000 m3)	479.00	780.94	208.86
Frctn Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	186.39	162.70	97.76
C & E Loss (m)	0.00				

Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

Figura 118

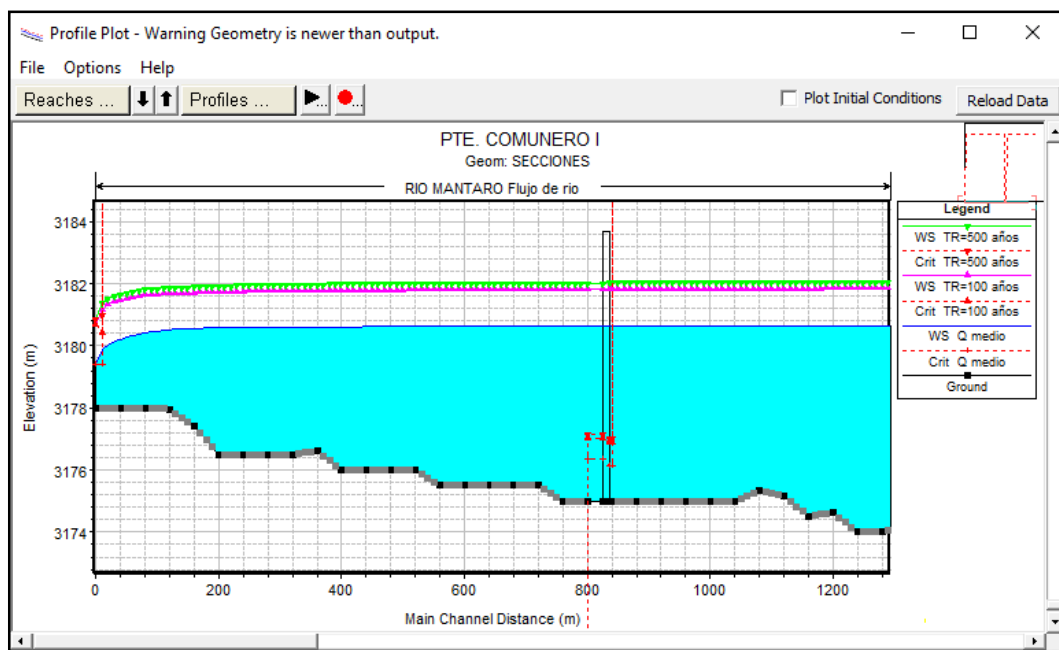
Perspectiva en 3D del Río Mantaro



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

Figura 119

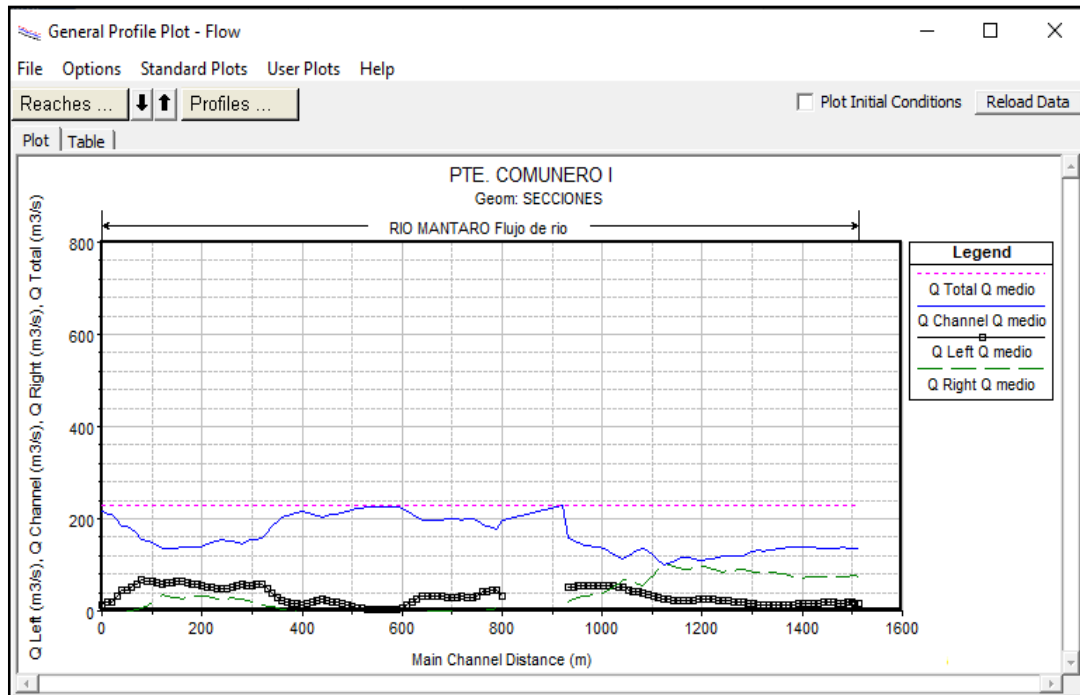
Perfil Longitudinal del Espejo de Agua para los Diferentes Caudales



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

Figura 120

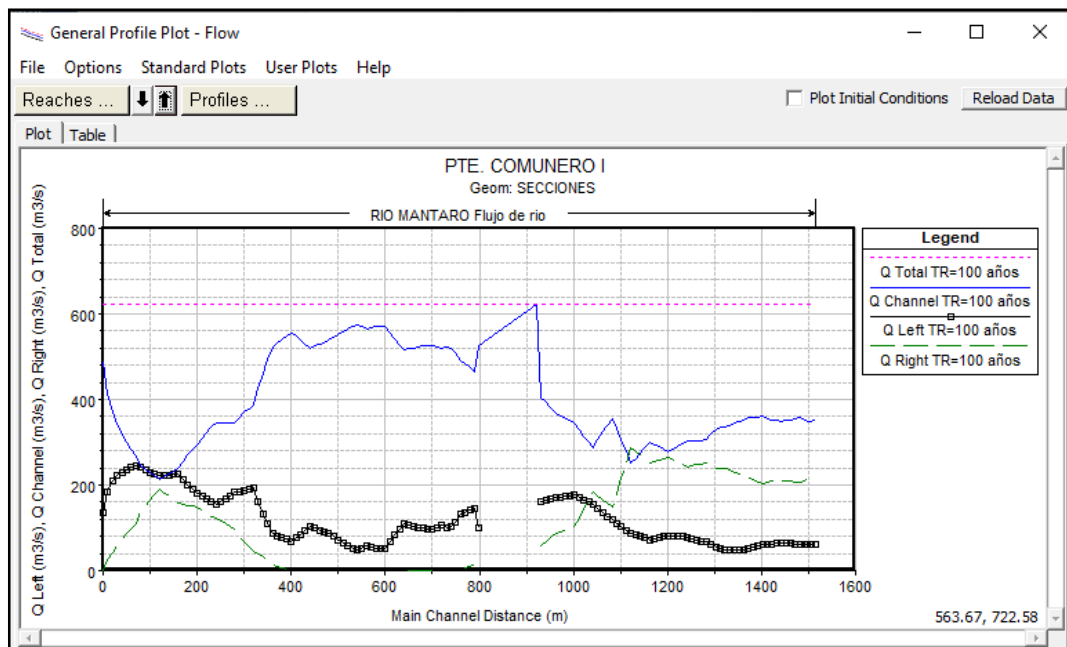
Flujo del Río Mantaro para un Qmedio



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

Figura 121

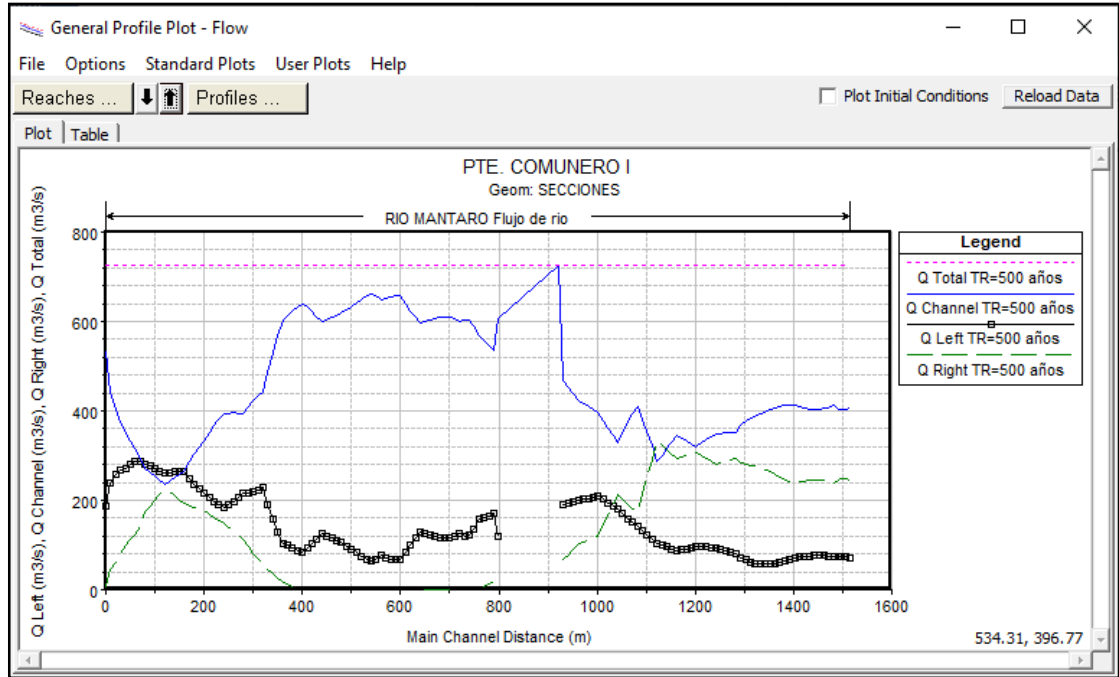
Flujo del Río Mantaro para $T_r=100$ años



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

Figura 122

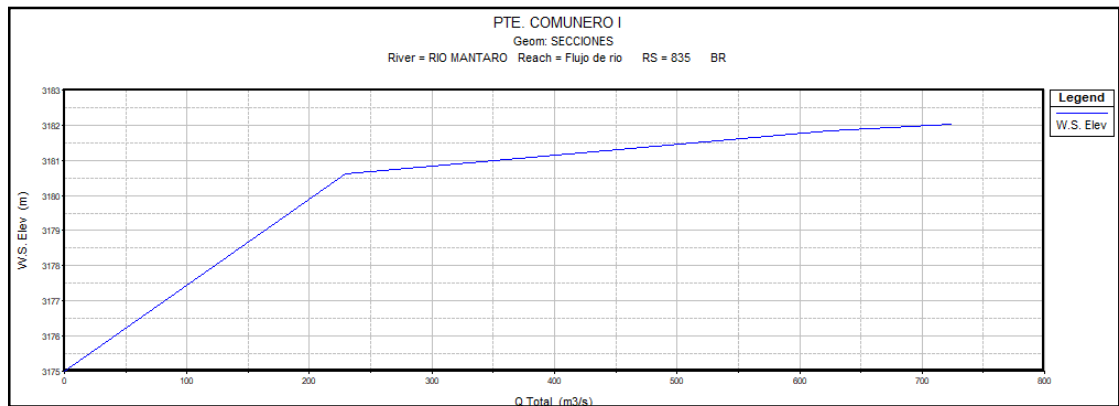
Flujo del Río Mantaro para un $Tr=500$ años



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

Figura 123

Curva de Caudal vs. El tirante Máximo a la Altura BR U del Puente



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

4.5.2.2.3. Cálculo de la socavación general

Se obtienen los siguientes datos ingresados del monograma:

Tabla 43

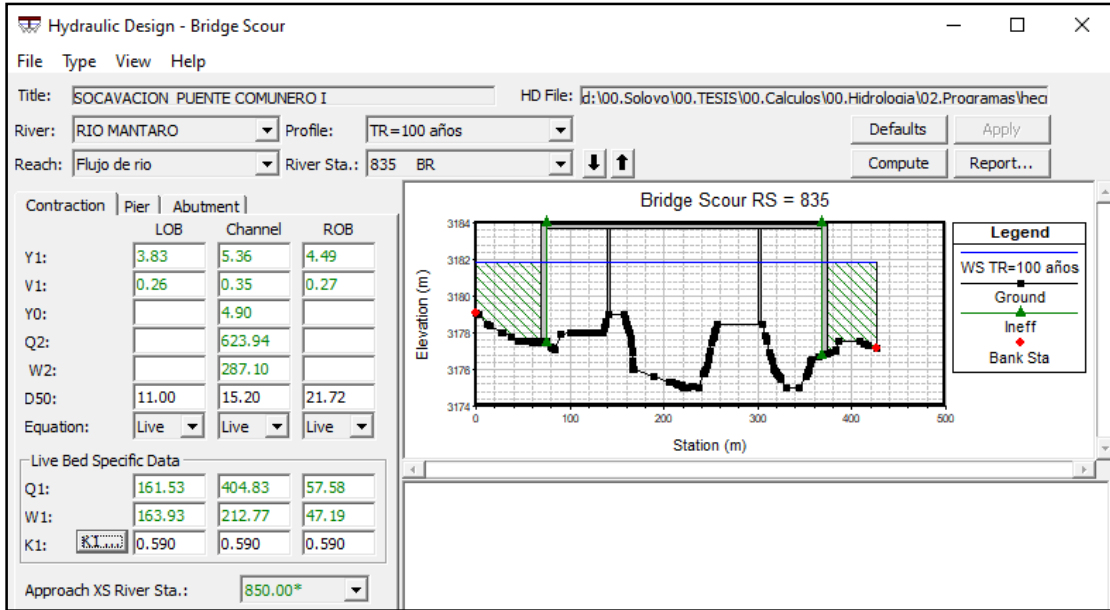
Datos del Monograma

	LOB	Channel	ROB
D50	11.00	15.20	21.72
W	0.460	0.496	0.538

Nota: Elaboración propia

Figura 124

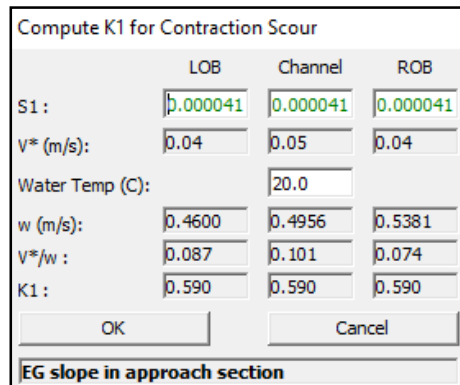
Parámetros Geotécnicos para la Modelación de la Socavación por Contracción



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

Figura 125

Velocidad de Caída (w)



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

4.5.2.2.4. Cálculo de la socavación local

Se obtienen los siguientes valores calculados para una sección constante y caudal variable, ingresados al monograma:

Tabla 44

Datos Ingresados para el Cálculo de la Socavación Local

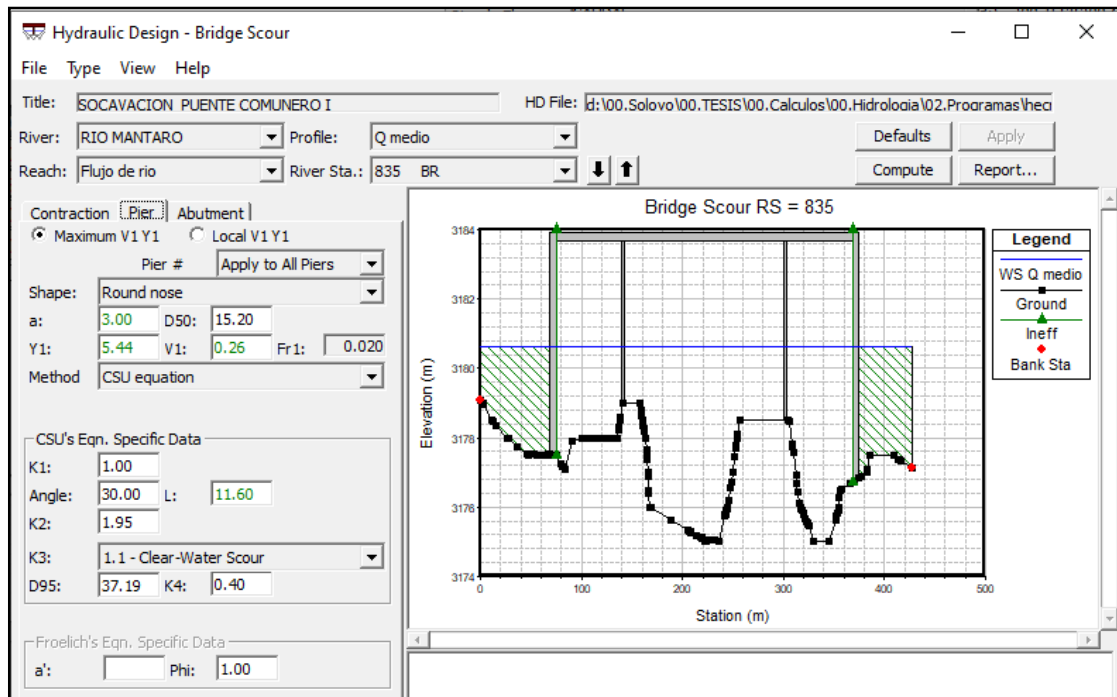
FACTOR	VALOR	DESCRIPCIÓN
Kf	1.10	Naríz cuadrada
KØ	1.95	Ø=30
Kc	1.10	Dunas Pequeñas
Ka	1.00	Acorzamiento del lecho

Nota: Elaboración propia

Datos ingresados al software HEC-RAS 5.0.7:

Figura 126

Parámetros para la Modelación de la Socavación en los Pilares



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

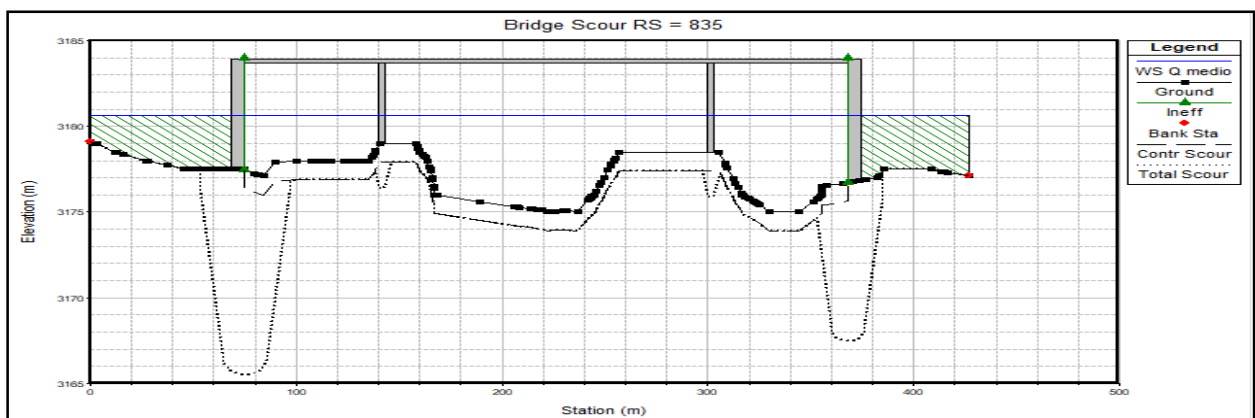
4.5.2.3. Resultados de la Modelación.

4.5.2.3.1. Profundidad de socavación para $Q_{med}=228.97$ m³/s.

Luego de ingresar los parámetros necesarios para el cálculo de la socavación al software HEC-RAS V5.0.7 del "Qmed" se obtuvo el gráfico de profundidad de socavación y el reporte final del diseño hidráulico.

Figura 127

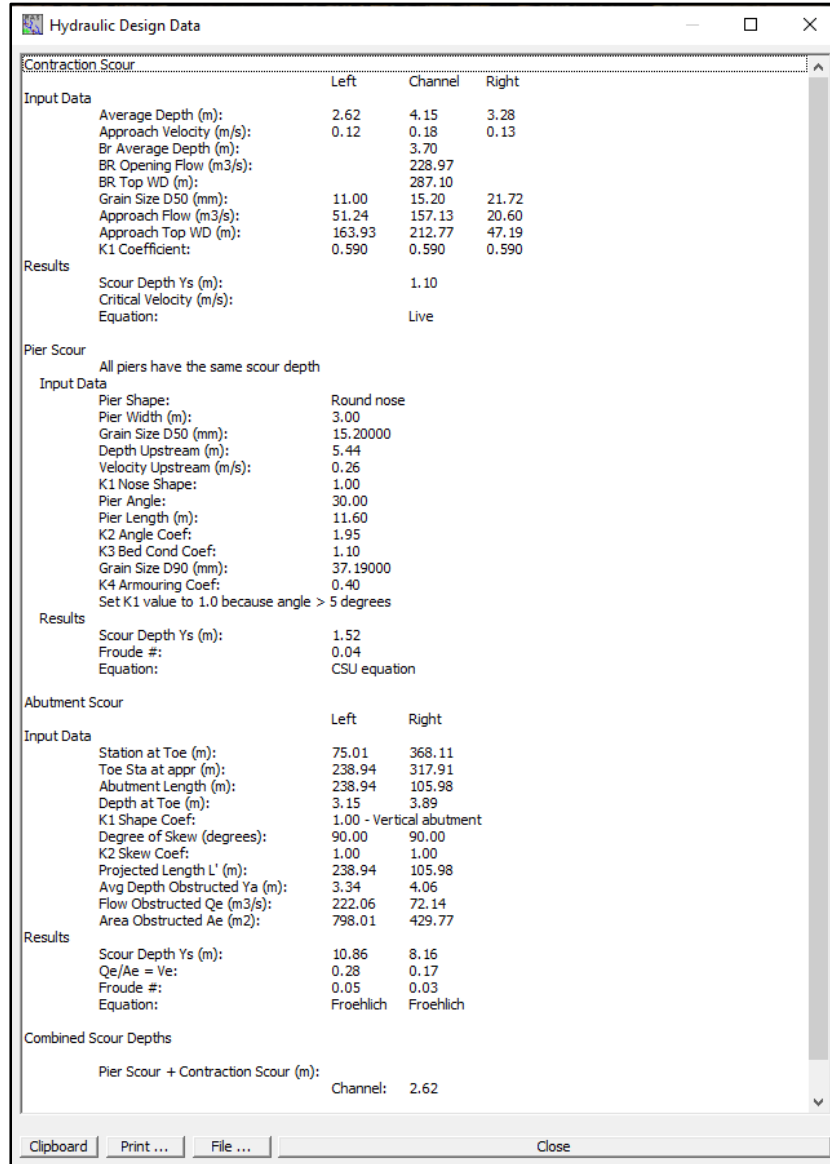
Gráfico de Profundidad de Socavación para un $Q_{med}=228.97$ m³/s.



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

Figura 128

Reporte del Diseño Hidráulico de Qmed -Profundidad de Socavación



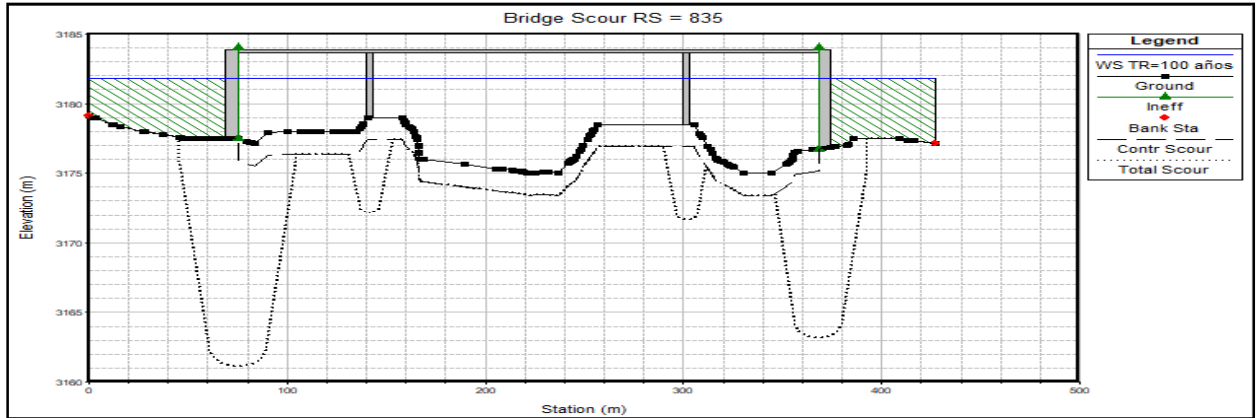
Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

4.5.2.3.2. Profundidad de socavación para un periodo de 100 años $Q=623.94$ m3/s.

Luego de ingresar los parámetros necesarios para el cálculo de la socavación para un periodo de retorno de 100 años, al software HEC-RAS V5.0.7 se obtuvo el gráfico de profundidad de socavación y el reporte final del diseño hidráulico.

Figura 129

Gráfico de Profundidad de Socavación para un Tr=100 años



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

Figura 130

Reporte del Diseño Hidráulico Tr=100 años-Profundidad de Socavación

Hydraulic Design Data			
Contraction Scour			
Input Data	Left	Channel	Right
Average Depth (m):	3.83	5.36	4.49
Approach Velocity (m/s):	0.26	0.35	0.27
Br Average Depth (m):		4.90	
BR Opening Flow (m3/s):		623.94	
BR Top WD (m):		287.10	
Grain Size D50 (mm):	11.00	15.20	21.72
Approach Flow (m3/s):	161.53	404.83	57.58
Approach Top WD (m):	163.93	212.77	47.19
K1 Coefficient:	0.590	0.590	0.590
Results			
Scour Depth Ys (m):		1.61	
Critical Velocity (m/s):			
Equation:		Live	
Pier Scour			
All piers have the same scour depth			
Input Data			
Pier Shape:		Round nose	
Pier Width (m):		3.00	
Grain Size D50 (mm):		15.20000	
Depth Upstream (m):		6.64	
Velocity Upstream (m/s):		0.52	
K1 Nose Shape:		1.00	
Pier Angle:		30.00	
Pier Length (m):		11.60	
K2 Angle Coef:		1.95	
K3 Bed Cond Coef:		1.10	
Grain Size D90 (mm):		37.19000	
K4 Armouring Coef:		1.00	
Set K1 value to 1.0 because angle > 5 degrees			
Results			
Scour Depth Ys (m):		5.24	
Froude #:		0.06	
Equation:		CSU equation	
Abutment Scour			
Input Data	Left		Right
Station at Toe (m):	75.01		368.11
Toe Sta at appr (m):	238.94		317.91
Abutment Length (m):	238.94		105.98
Depth at Toe (m):	4.35		5.10
K1 Shape Coef:		1.00 - Vertical abutment	
Degree of Skew (degrees):	90.00		90.00
K2 Skew Coef:	1.00		1.00
Projected Length L' (m):	238.94		105.98
Avg Depth Obstructed Ya (m):	4.55		5.26
Flow Obstructed Qe (m3/s):	435.93		186.32
Area Obstructed Ae (m2):	1086.91		557.91
Results			
Scour Depth Ys (m):	14.75		11.94
Qe/Ae = Ve:	0.40		0.33
Froude #:	0.06		0.05
Equation:	Froehlich		Froehlich
Combined Scour Depths			
Pier Scour + Contraction Scour (m):		Channel:	6.85

Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

Según el reporte se tiene:

Tabla 45

Resumen del Reporte de los Pilones y Estribos

Hydrauli Design Data / Tr=100 años == Q= 623.94 m3/s	
Socavación total de los pilones (m)	6.85
Socavación total del estribo izquierdo (m)	16.36
Socavación total del estribo derecho (m)	13.55

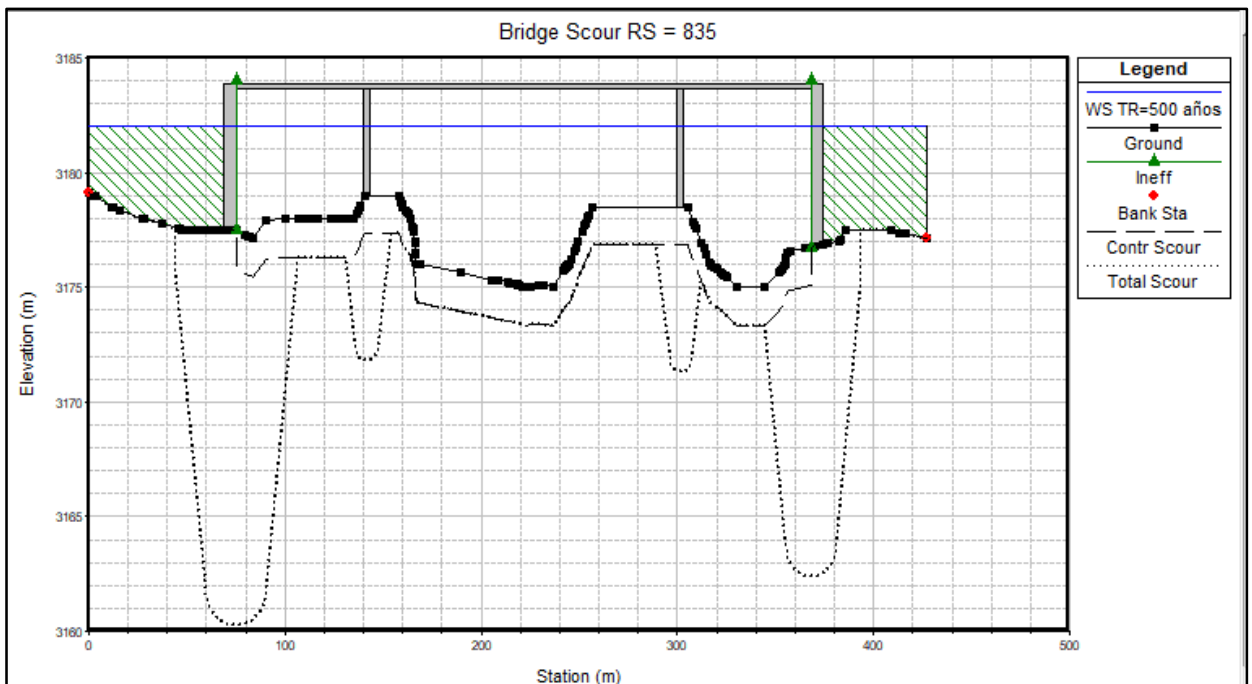
Nota: Elaboración propia

4.5.2.3.3. Profundidad de socavación para un periodo de 500 años Q= 724.53 m3/s

Luego de ingresar los parámetros necesarios para el cálculo de la socavación para un periodo de retorno de 500 años, al software HEC-RAS V5.0.7 se obtuvo el gráfico de profundidad de socavación y el reporte final del diseño hidráulico.

Figura 131

Gráfico de Profundidad de Socavación para un Tr=500 años



Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

Figura 132

Reporte del Diseño Hidráulico $T_r=500$ años - Profundidad de Socavación

Hydraulic Design Data			
Contraction Scour			
	Left	Channel	Right
Input Data			
Average Depth (m):	4.02	5.55	4.68
Approach Velocity (m/s):	0.29	0.40	0.30
Br Average Depth (m):		5.10	
BR Opening Flow (m ³ /s):		724.53	
BR Top WD (m):		287.10	
Grain Size D50 (mm):	11.00	15.20	21.72
Approach Flow (m ³ /s):	190.56	466.96	67.01
Approach Top WD (m):	163.93	212.77	47.19
K1 Coefficient:	0.590	0.590	0.590
Results			
Scour Depth Ys (m):		1.68	
Critical Velocity (m/s):			
Equation:		Live	
Pier Scour			
All piers have the same scour depth			
Input Data			
Pier Shape:	Round nose		
Pier Width (m):	3.00		
Grain Size D50 (mm):	15.20000		
Depth Upstream (m):	6.83		
Velocity Upstream (m/s):	0.58		
K1 Nose Shape:	1.00		
Pier Angle:	30.00		
Pier Length (m):	11.60		
K2 Angle Coef:	1.95		
K3 Bed Cond Coef:	1.10		
Grain Size D90 (mm):	37.19000		
K4 Armouring Coef:	1.00		
Set K1 value to 1.0 because angle > 5 degrees			
Results			
Scour Depth Ys (m):	5.50		
Froude #:	0.07		
Equation:	CSU equation		
Abutment Scour			
	Left	Right	
Input Data			
Station at Toe (m):	75.01	368.11	
Toe Sta at appr (m):	238.94	317.91	
Abutment Length (m):	238.94	105.98	
Depth at Toe (m):	4.55	5.29	
K1 Shape Coef:	1.00 - Vertical abutment		
Degree of Skew (degrees):	90.00	90.00	
K2 Skew Coef:	1.00	1.00	
Projected Length L' (m):	238.94	105.98	
Avg Depth Obstructed Ya (m):	4.74	5.46	
Flow Obstructed Qe (m ³ /s):	490.55	214.90	
Area Obstructed Ae (m ²):	1133.56	578.61	
Results			
Scour Depth Ys (m):	15.54	12.66	
Qe/Ae = Ve:	0.43	0.37	
Froude #:	0.06	0.05	
Equation:	Froehlich	Froehlich	
Combined Scour Depths			
Pier Scour + Contraction Scour (m):			
	Channel: 7.18		

Nota: Captura de pantalla del software HEC-RAS V5.0.7. Elaboración propia

Según el reporte se tiene:

Tabla 46

Cuadro de Resumen del Diseño Hidráulico $T_r=500$ años-Profundidad de Socavación

Hydraulic Design Data / $T_r=500$ años == $Q=724.53$ m ³ /s	
Socavación total de los pilones (m)	7.18

Hydrauli Design Data / Tr=500 años == Q= 724.53 m3/s

Socavación total del estribo izquierdo (m)	17.21
Socavación total del estribo derecho (m)	14.34

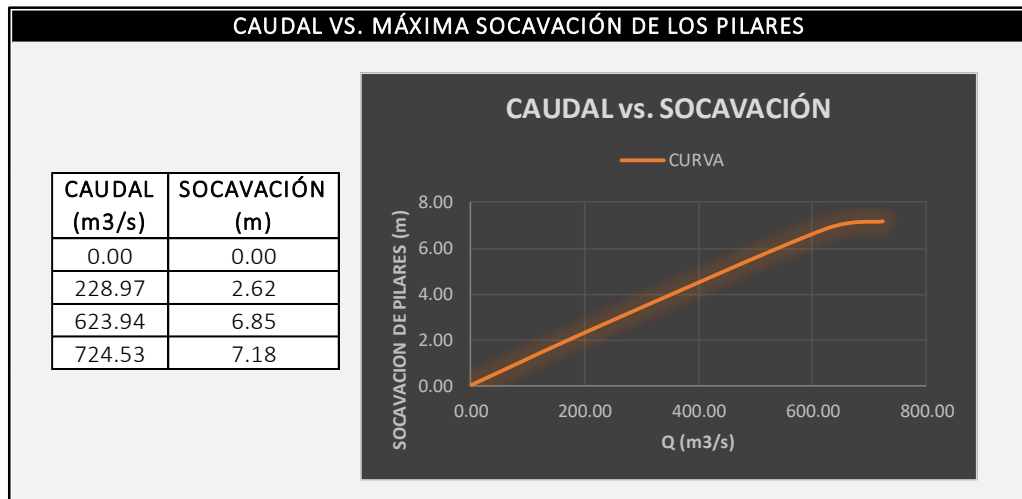
Nota: Elaboración propia

4.5.2.4. Ajuste y validación del modelo hidráulico.

Se obtuvo como resultado de la modelación hidráulica una curva de variación, entre la socavación versus el caudal, ya que es para la geomorfología definida que tiene la zona de estudio del puente Comunero I, además se podrá certificar la socavación máxima estimada. Para ello se realizaron las curvas de variación para los pilares y cada estribo.

Figura 133

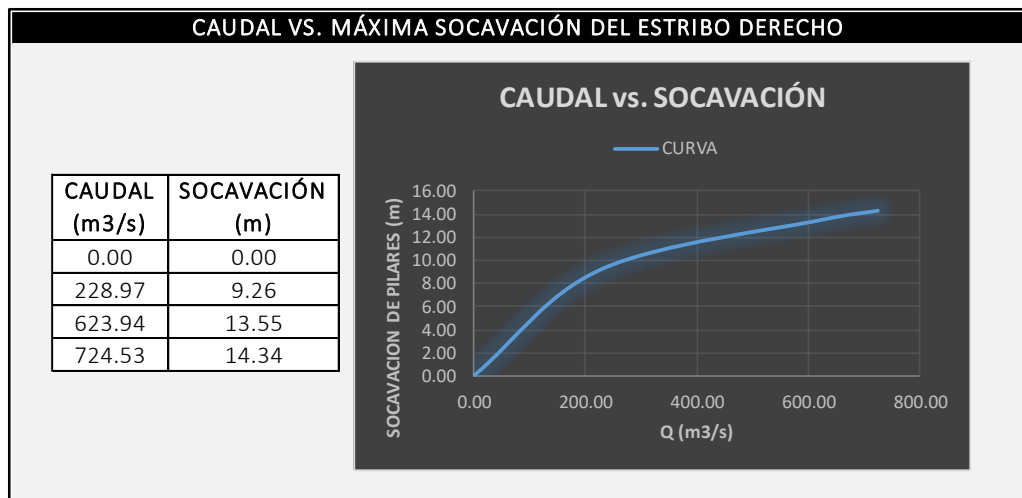
Gráfico de la Curva de Variación del Caudal vs Socavación de los Pilares



Nota: Elaboración propia

Figura 134

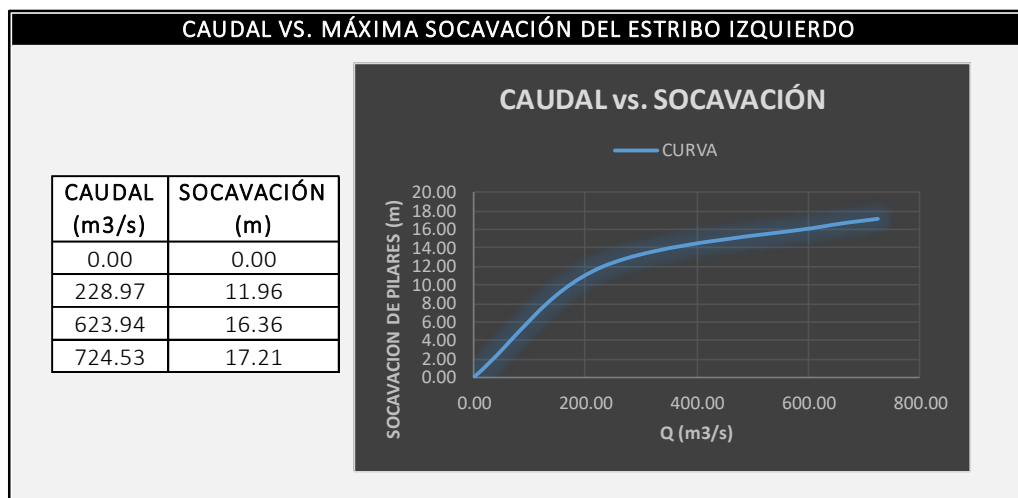
Gráfico de la Curva de Variación del Caudal vs Socavación del Estribo Derecho



Nota: Elaboración propia

Figura 135

Gráfico de la Curva de Variación del Caudal vs Socavación del Estribo Izquierdo



Nota: Elaboración propia

4.6. Evaluación Estructural

4.6.1. Criterios para la Evaluación Estructural

- Se ha evaluado y detallado el puente Comunero I, en forma multidisciplinaria la estructura, en base a la visita en campo y ensayos realizados en la zona de estudio.
- Se utilizaron los materiales descritos en la liquidación de obra del puente Comunero I.

4.6.1.1. Normas utilizadas para la evaluación

- AASHTO LRFD. Standard Specifications for Highway Bridges. (2014)
- MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Dirección general de caminos y ferrocarriles. Dirección de normatividad vial (Lima, julio 2018)
- ACI 318-11. Building Code Requirements for Structural Concrete (2011)
- ACI 440.2R-08. Guide for the Design and Construction of Externally Bonded CFRP Systems for Strengthening Concrete Structure (2008).

4.6.2. Modelo Computacional de Cálculo Estructural

El modelamiento del puente se realizó en Autodesk Robot o Robot Structural Analysis Professional 2018, software especializado para cálculo, diseño y simulación de estructuras grandes y complejas por elementos finitos que incluye una amplia variedad de códigos de diseño para el adecuado dimensionamiento de todo tipo de estructuras metálicas, de concreto y otros.

Este permite analizar la construcción diseñada en su conjunto, así como diseccionar y enfocar el análisis en partes concretas del mismo, mediante los diferentes tipos de análisis como: estático, análisis de primer y segundo orden, líneas de influencia, análisis dinámico, modal, espectral, tiempo historia, etc.

Con la modelación del puente Comunero I, se desarrollaron los cálculos, en él se examinó la superestructura y la subestructura, mediante el método AASHTO LRFD y las normas peruanas para el diseño de un puente tipo atirantado.

4.6.2.1. Materiales estructurales y sus características mecánicas

Se ha considerado que se emplearán los siguientes materiales estructurales:

4.6.2.1.1. Concreto

A. Resistencia a compresión

Se consideran los siguientes tipos de concreto:

Concreto en estribo izquierdo	: 485 kg/cm ²
Concreto en estribo derecho	: 500 kg/cm ²
Concreto en alzado de pila izquierda	: 550 kg/cm ²
Concreto en alzado de pila derecha	: 520 kg/cm ²
Concreto en losa de tablero	: 600 kg/cm ²

B. Módulo de elasticidad

Se toma un valor igual a:

$$E_c = 120000 K_1 W_c^{2.0} f_c^{0.300} \quad \text{Ecuación 57}$$

donde:

K_1 = factor de corrección por el tipo de árido (a falta de ensayos $K_1 = 1.00$)

w_c = densidad del concreto

f_c = resistencia a compresión simple

4.6.2.1.2. Acero de refuerzo

El tipo de acero empleado en el puente Comunero I, se especifica en el expediente técnico del proyecto:

Acero de Pre esfuerzo A722 : $F_u = 1020 \text{ MPa} = 10200 \text{ kg/cm}^2$

Acero de Refuerzo A615 : $F_y = 420 \text{ MPa} = 4200 \text{ kg/cm}^2$

4.6.2.1.3. Acero estructural

El tipo de acero empleado en el puente Comunero I, se especifica en el expediente técnico del proyecto.

Viga de rigidez o tirante	:	ASTM A709 Grado 50	$f_y=345\text{Mpa}$
Vigas transversales	:	ASTM A709 Grado 50	$f_y=345\text{Mpa}$
Cables	:	ASTM A416 Grado 270	$f's=1860\text{Mpa}$

4.6.2.1.4. Reforzamiento en la losa

A. Refuerzo de la cara superior

- Recubrimiento de sellado MAPEWRAP PRIMER.
- Adhesivo y regulizador de superficie MAPEWRAP 11-12.
- Barras de fibra de carbono pultrusionada e impregnada de resina epoxi MAPEROD C:

Resistencia a Tracción : 2 000 N/mm² = 20394.324 kg/cm²

Resistencia a Cortante : 75 MPa = 764.787 kg/cm²

Densidad : 1.54 g/cm³

Coefficiente de dilatación : $6-10 \times 10^{-6} \text{ m/m/}^\circ\text{C}$

Térmica

Alargamiento en rotura : 1.50%

Módulo de elasticidad : 155 000 N/mm² = 1580560.13 kg/cm²

Diámetro : 10 mm = 1.0 cm

Longitud : 2/6 m

B. Refuerzo de la cara inferior

- Capa de regulación de superficie con mortero cementicio de reparación.
- Recubrimiento de sellado MAPEWRAP PRIMER.
- Adhesivo y regulizador de superficie ADESILEX.
- Lámina de fibra de carbono pultrusionada e impregnada de resina epoxi CARBOPLATE E 170:

Resistencia a Tracción : 3 100 MPa = 31611.203 kg/cm²

Resistencia a Cortante : 1 MPa = 10.197 kg/cm²

Densidad : 1.61 g/cm³

Resistencia a la : 149°C
 temperatura
 Alargamiento en rotura : 1.88%
 Módulo de elasticidad : 170 000 MPa = 1733517.562
 kg/cm2
 Ancho : 100 mm = 10.0 cm
 Espesor : 1.2 mm = 0.12 cm

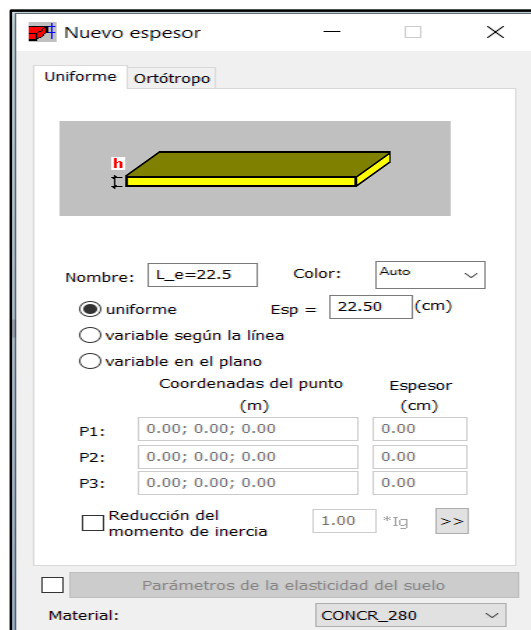
4.6.2.2. Creación de modelo matemático

4.6.2.2.1. Tablero

Para modelar el tablero se puede utilizar el elemento “espesor” del programa Autodesk Robot y colocamos sus parámetros característicos que queremos dibujar. La sección del tablero.

Figura 136

Datos Ingresados del Tablero



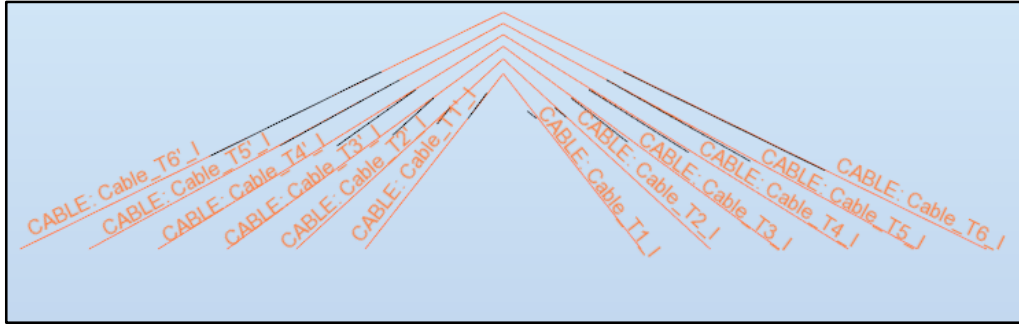
Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.2.2.2. Tirantes o cables

La mejor opción para modelar los tirantes, son con los elementos cable. Para este análisis se utilizó los elementos “Definición de la Estructura”.

Figura 137

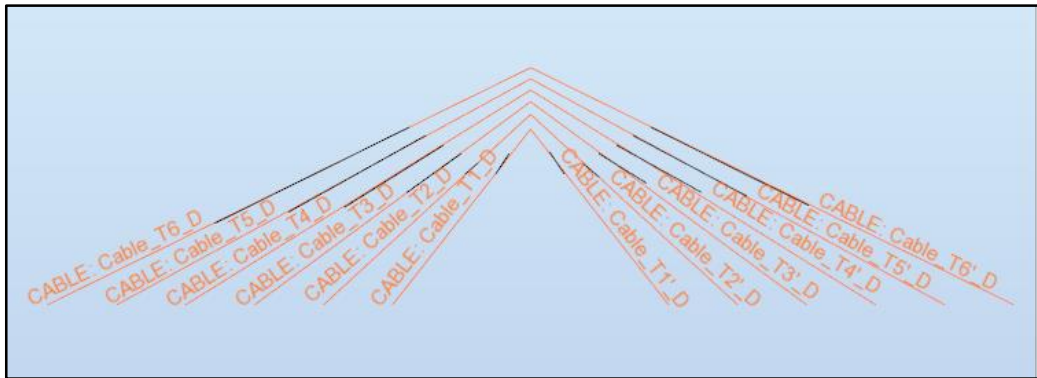
Vista de Cable de la Margen Izquierda



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 138

Vista de Cable de la Margen Derecha

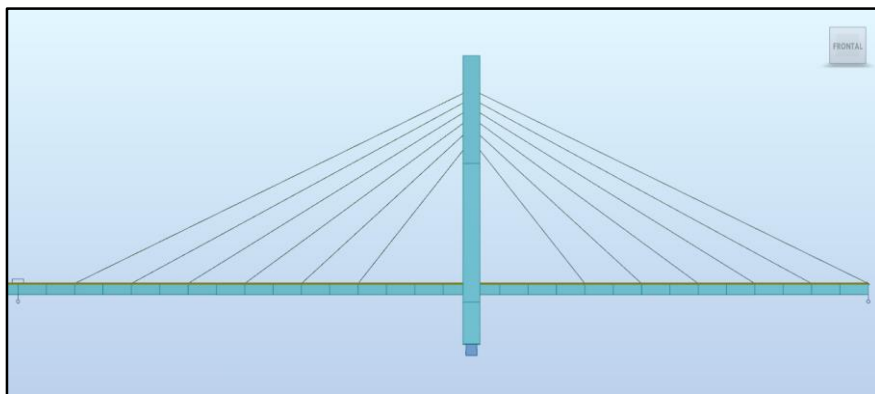


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

En la siguiente figura se aprecia el modelado del puente atirantado con vista de su torre central y el sistema de los tirantes semi-arpa.

Figura 139

Vista de Torre con Tirantes Semi-Arpa



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

En el siguiente cuadro se aprecia los nombres designados en el software Autodesk Robot.

Tabla 47

Designación del Nombre y Tensión de los Cables sin CFRP y con CFRP

	Nombre de cable	Sección AX (cm2)	SIN CFRP	CON CFRP
			Fuerza Fo (KN)	Fuerza Fo (KN)
MARGEN IZQUIERDA	Cable_T1_I	21.89	730	900
	Cable_T1'_I	21.89	850	900
	Cable_T2_I	21.89	730	900
	Cable_T2'_I	21.89	800	900
	Cable_T3_I	34.66	960	1100
	Cable_T3'_I	34.66	1000	1100
	Cable_T4_I	40.13	690	900
	Cable_T4'_I	40.13	620	900
	Cable_T5_I	40.13	790	1000
	Cable_T5'_I	40.13	790	1000
	Cable_T6_I	49.25	1400	1500
	Cable_T6'_I	49.25	1480	1500
MARGEN DERECHA	Cable_T1_D	21.89	730	900
	Cable_T1'_D	21.89	750	900
	Cable_T2_D	21.89	720	900
	Cable_T2'_D	21.89	780	900
	Cable_T3_D	34.66	670	850
	Cable_T3'_D	34.66	800	950
	Cable_T4_D	40.13	1160	1350
	Cable_T4'_D	40.13	1120	1350
	Cable_T5_D	40.13	830	1000
	Cable_T5'_D	40.13	710	1000
	Cable_T6_D	49.25	1440	1500
	Cable_T6'_D	49.25	1510	1600

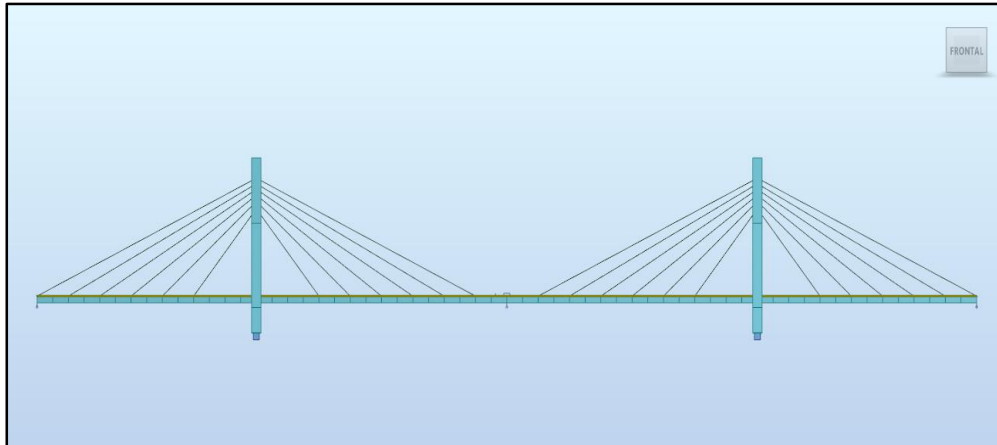
Nota: Elaboración propia

4.6.2.3. Modelo matemático final

Como se observa en la siguiente figura, se obtuvo el modelado final del puente atirantado, siendo así óptimo.

Figura 140

Modelo Matemático del Puente Comunero I

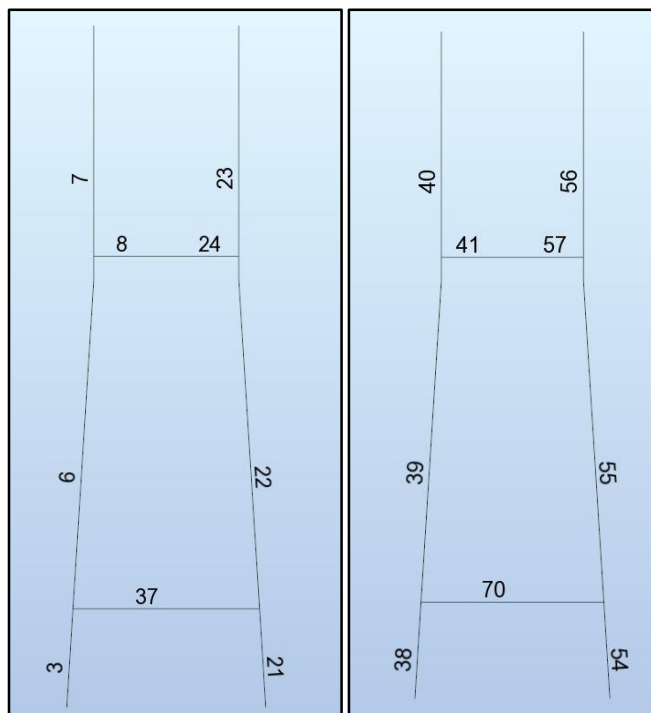


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

En la siguiente figura, se observa en vista de plano YZ, el modelo del puente se tiene al pilón tipo H.

Figura 141

Vista de las Torres



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 142

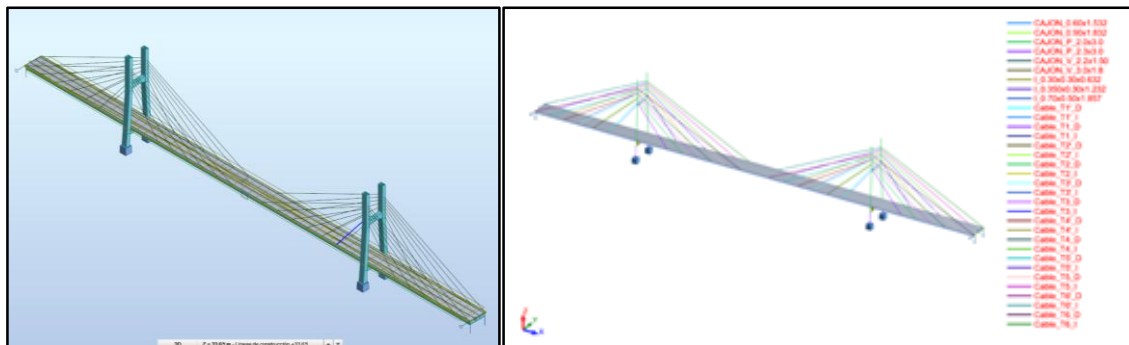
Modelo Matemático de la Torre



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia
Finalmente se presenta el modelo matemático en su vista 3D.

Figura 143

Modelo Matemático del Puente Comunero I – Vista 3D



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.3. Cuantificación de Cargas sobre el Puente

4.6.3.1. Cargas permanentes

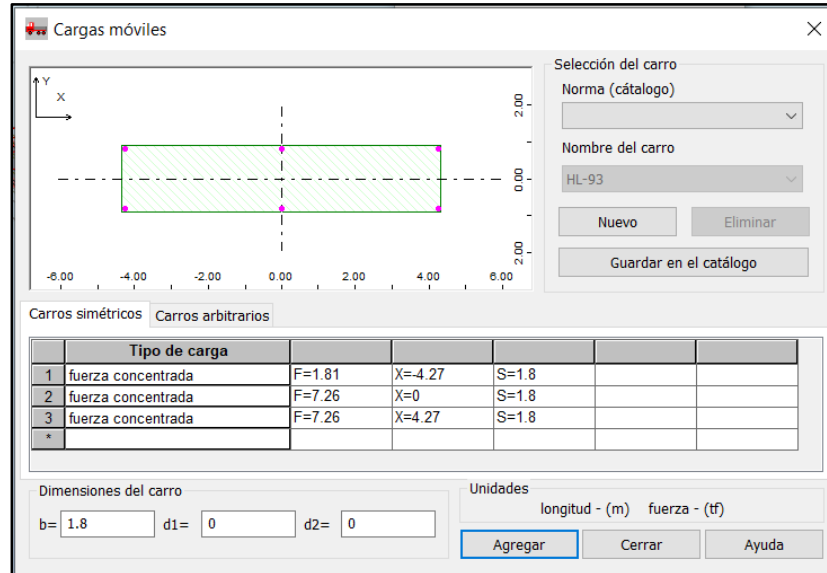
Asfalto	:	$0.05 \cdot (2\ 240) = 112 \text{ kgf/m}^2$
Baranda		
- Baranda metálica	:	50 kgf/m
- Baranda de concreto	:	$0.90 \cdot (2\ 400) = 2160 \text{ kgf/m}^2$
Vereda	:	$0.24 \cdot (2\ 400) = 576 \text{ kgf/m}^2$

4.6.3.2. Cargas variables

4.6.3.2.1. Cargas vivas de vehículos (LL)

Figura 144

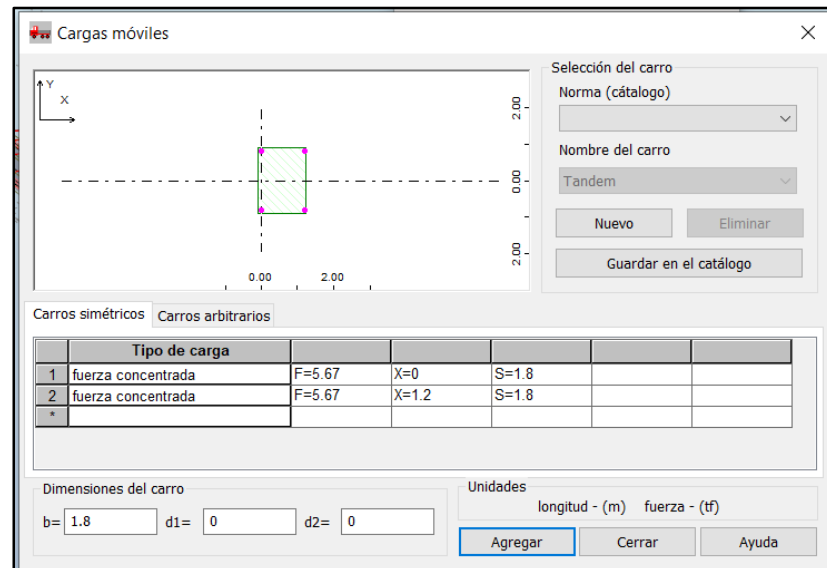
Carga Móvil Vehicular del HL-93



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 145

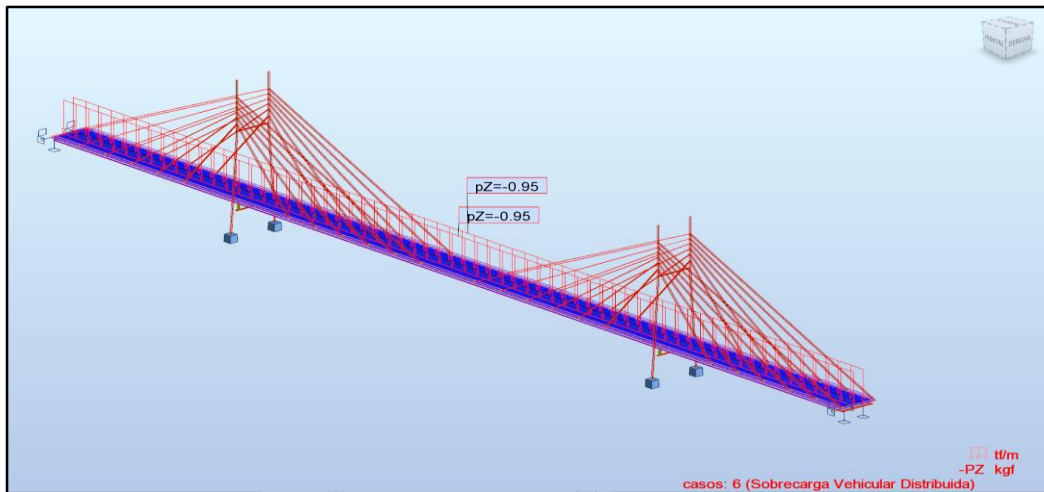
Carga Móvil Vehicular del Tándem



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 146

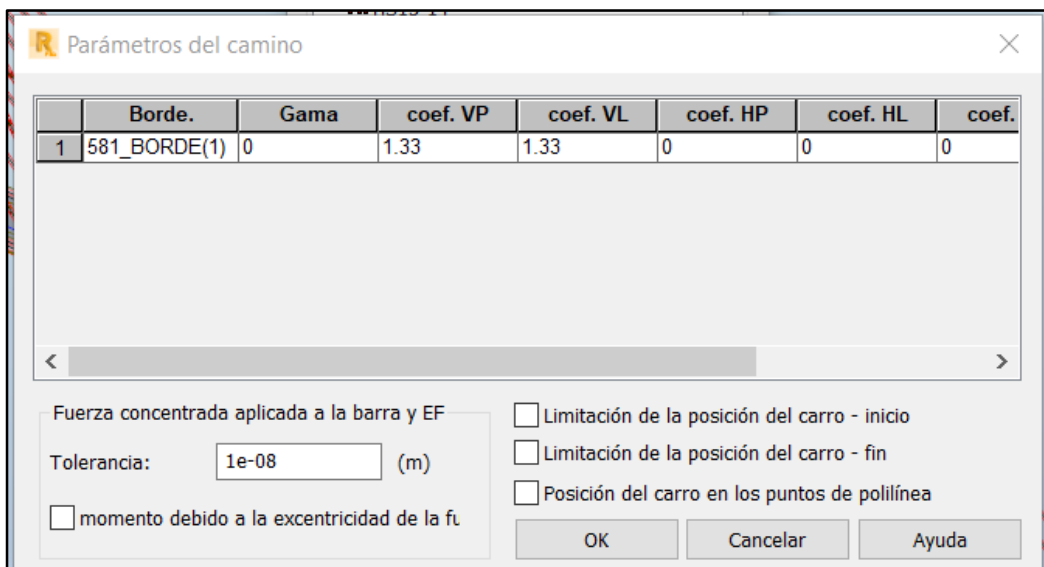
Carga del Carril de Diseño en la Losa



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 147

Incremento por Carga Dinámica (Im)



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.3.2.2. Fuerzas de frenados (BR)

La acción del frenado sobre la estructura resulta igual a:

$$F_{1, \text{tandem}} = 0.25 \times 2 \times (2 \times 11.34) = 11.34 \text{ tonf}$$

$$F_{2, \text{camion}} = 0.25 \times 2 \times (3.63 + 2 \times 14.52) = 16.335 \text{ tonf}$$

$$F_{3, \text{sc tandem}} = 0.05 \times 2 \times (2 \times 11.34 + 300 \times 0.954) = 30.888 \text{ tonf}$$

$$F_{4, \text{sc camion}} = 0.05 \times 2 \times (3.63 + 2 \times 14.52 + 300 \times 0.954) = 31.887 \text{ tonf}$$

$$F = \text{máx.} (F_1; F_2; F_3; F_4) = 31.887 \text{ tonf}$$

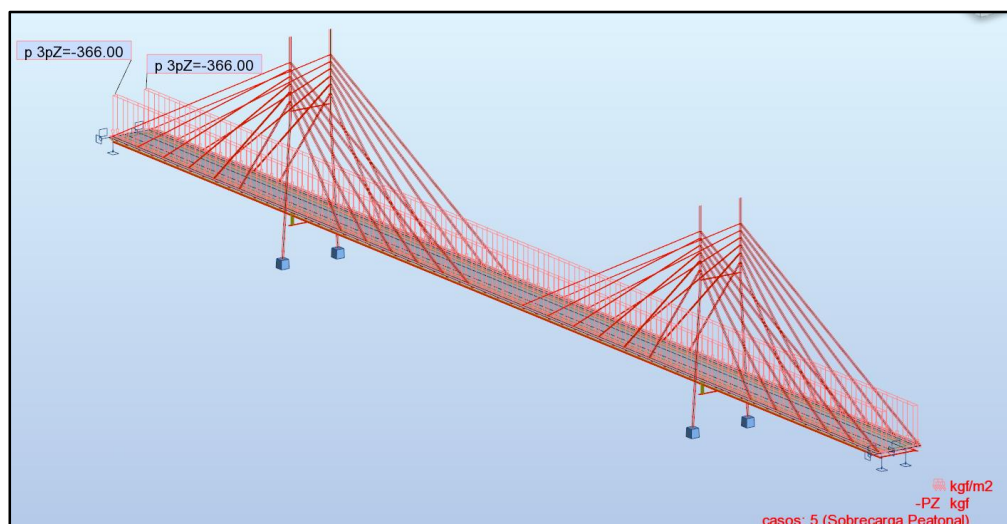
Esta acción se considera repartida a lo largo de todo el tablero:

$$F_R = 31.887 / 300 = 106.29 \text{ kgf / m}$$

4.6.3.2.3. Cargas peatonales (PL)

Figura 148

Cargas Peatonal (PI)



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.3.2.4. Cargas de viento: (WS)

Tal y como se ha justificado en apartados anteriores, se consideran las siguientes acciones sobre el tablero debidas al viento:

V30 = 70 km/hr (Se determina de la Norma Técnica E020 – Mapa Eólico del Perú)

Velocidad de diseño: $V_{DZ} = 2.50 V_0 \left(\frac{V_{30}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_0} \right) = 72.734 \text{ km/hr}$

Se tienen las siguientes presiones:

- Presión a barlovento: $P_D = P_B \left(\frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2 = P_B \frac{V_{DZ}^2}{10,000} = 50.448 \text{ kgf/m}^2$
- Presión a sotavento: $P_D = P_B \left(\frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2 = P_B \frac{V_{DZ}^2}{10,000} = 25.224 \text{ kgf/m}^2$
- Presión vertical: $P_D = 100 \text{ kgf/m}^2$

Conversión de presiones a cargas lineales:

- Fuerza a barlovento: $F_B = 107.455 \text{ kgf/m}$
- Fuerza a sotavento: $F_S = 53.727 \text{ kgf/m}$
- Fuerza vertical: $F_V = 1160 \text{ kgf/m}$

4.6.4. Cuantificación de cargas sísmicas

Se considera para el espectro de respuesta elástica los siguientes coeficientes de cálculo:

Tabla 48

Parámetros para el Espectro Sísmico

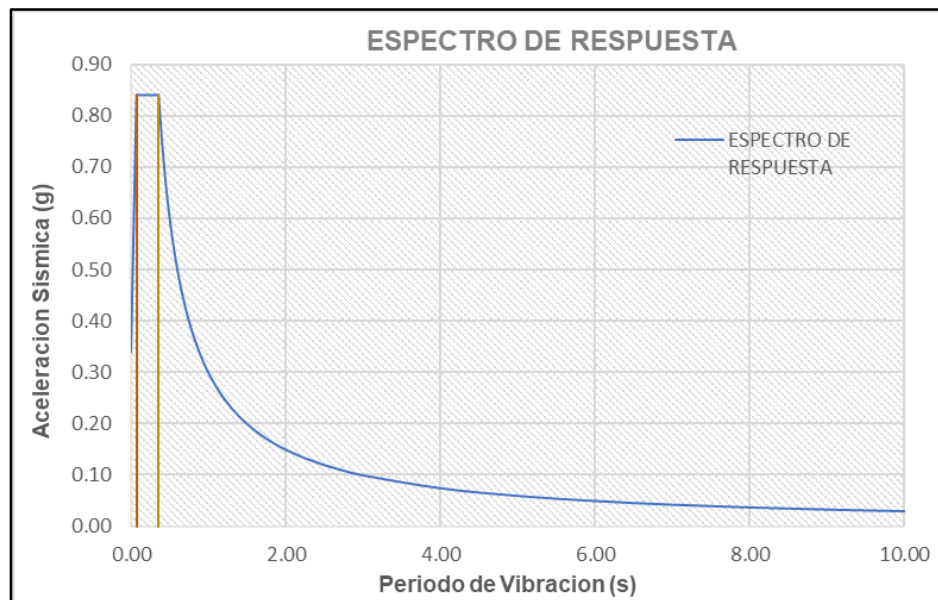
Parámetros para el Espectro Sísmico			
PGA	0.34 g	A_s	0.34 g
S_s	0.84 g	S_{DS}	0.84 g
S_1	0.30 g	S_{D1}	0.30 g
F_{pga}	1.00	T_0	0.071 s
F_a	1.00	T_s	0.357 s
F_v	1.00		

Nota: Elaboración propia

Resultando los siguientes espectros de diseño:

Figura 149

Gráfico del Espectro de Respuesta

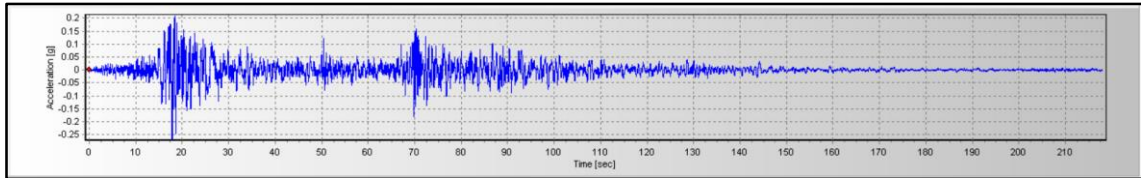


Nota: Elaboración propia

El espectro anterior se construye teniendo en cuenta los espectros de respuesta en superficie para el sismo del 3 de octubre de 1794 y del sismo del 23 de junio del 2001. El valor de la meseta se obtiene como el máximo de los siguientes valores: valor medio de ambos espectros para un periodo de 0,95 seg (valor pico para el sismo de 2001) y valor medio de ambos espectros para un periodo de 0,45 seg (valor pico para el espectro de 1974).

Figura 150

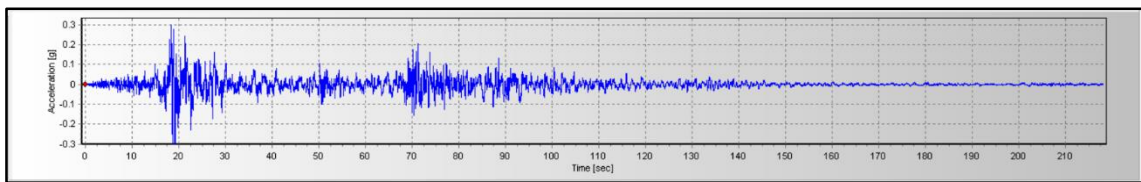
Gráfico de Aceleración del Sismo de 15 de Agosto del 2007 en Ica, Componente EW



Nota: Con el Software SISMOSIGNAL se obtuvo la aceleración máxima 0.21 m/seg², con un periodo de 218.05 seg y una aceleración mínima -0.30 m/seg², con un periodo de 0.00 seg. Elaboración propia.

Figura 151

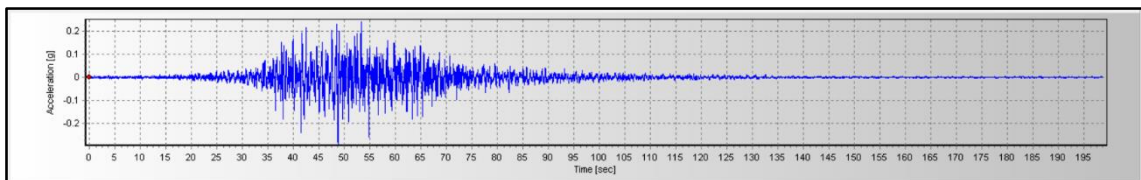
Gráfico de Aceleración del Sismo de 15 de Agosto del 2007 en Ica, Componente NS



Nota: Con el Software SISMOSIGNAL se obtuvo la aceleración máxima 0.31 m/seg², con un periodo de 218.05 seg y una aceleración mínima -0.37 m/seg², con un periodo de 0.00 seg. Elaboración propia.

Figura 152

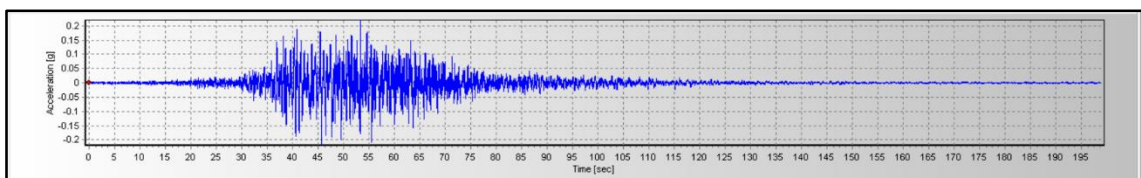
Gráfico de Aceleración del Sismo de 23 de Junio del 2001 en Moquegua, Componente EW



Nota: Con el Software SISMOSIGNAL se obtuvo la aceleración máxima 0.24 m/seg², con un periodo de 198.90 seg y una aceleración mínima -0.30 m/seg², con un periodo de 0.00 seg. Elaboración propia.

Figura 153

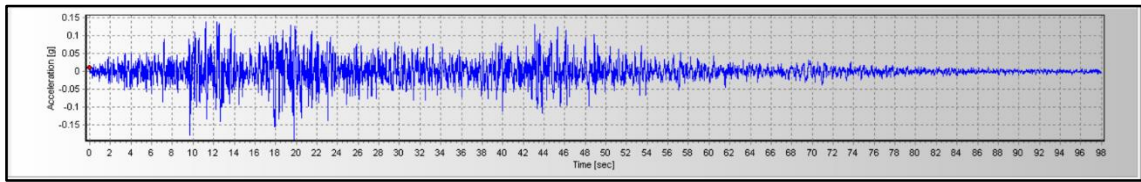
Gráfico de Aceleración del Sismo de 23 de Junio del 2001 en Moquegua, Componente NS



Nota: Con el Software SISMOSIGNAL se obtuvo la aceleración máxima 0.24 m/seg², con un periodo de 198.90 seg y una aceleración mínima -0.23 m/seg², con un periodo de 0.00 seg. Elaboración propia.

Figura 154

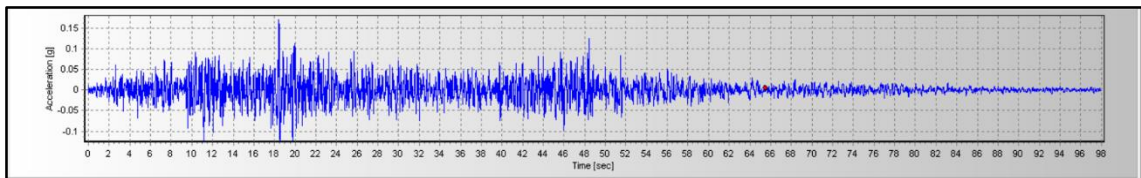
Gráfico de Aceleración del Sismo de 03 de Octubre de 1974 en el Cercado de Lima en Lima, componente EW



Nota: Con el Software SISMOSIGNAL se obtuvo la aceleración máxima 0.14 m/seg², con un periodo de 97.94 seg y una aceleración mínima -0.19 m/seg², con un periodo de 0.00 seg. Elaboración propia.

Figura 155

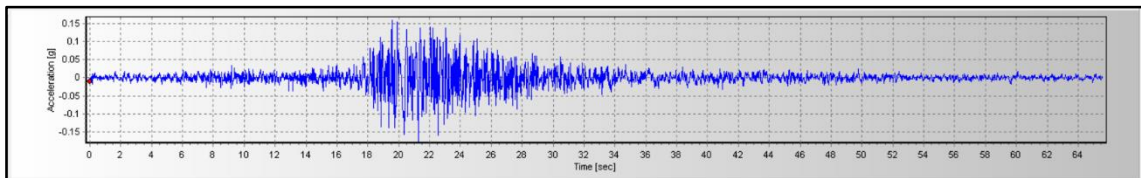
Gráfico de Aceleración del Sismo de 03 de Octubre de 1974 en el Cercado de Lima en Lima, Componente NS



Nota: Con el Software SISMOSIGNAL se obtuvo la aceleración máxima 0.17 m/seg², con un periodo de 97.94 seg y una aceleración mínima -0.13 m/seg², con un periodo de 0.00 seg. Elaboración propia.

Figura 156

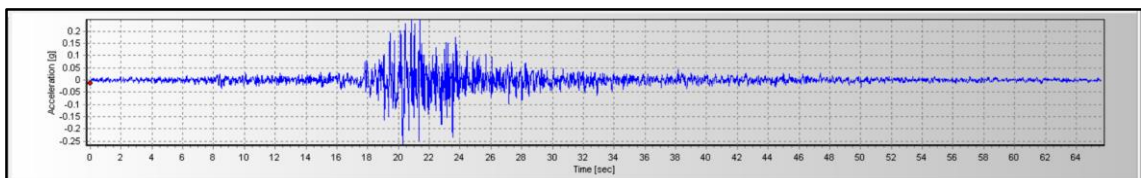
Gráfico de Aceleración del Sismo de 17 de Octubre de 1966 en Lima, Componente EW



Nota: Con el Software SISMOSIGNAL se obtuvo la aceleración máxima 0.16 m/seg², con un periodo de 65.60 seg y una aceleración mínima -0.18 m/seg², con un periodo de 0.00 seg. Elaboración propia.

Figura 157

Gráfico de Aceleración del Sismo de 17 de Octubre de 1966 en Lima, Componente NS



Nota: Con el Software SISMOSIGNAL se obtuvo la aceleración máxima 0.25 m/seg², con un periodo de 65.60 seg y una aceleración mínima -0.27 m/seg², con un periodo de 0.00 seg. Elaboración propia.

Para construir el espectro según la AASTHO 2014, se ajusta el valor del parámetro S1 para que el final de la meseta coincida con el periodo de 0,95 seg.

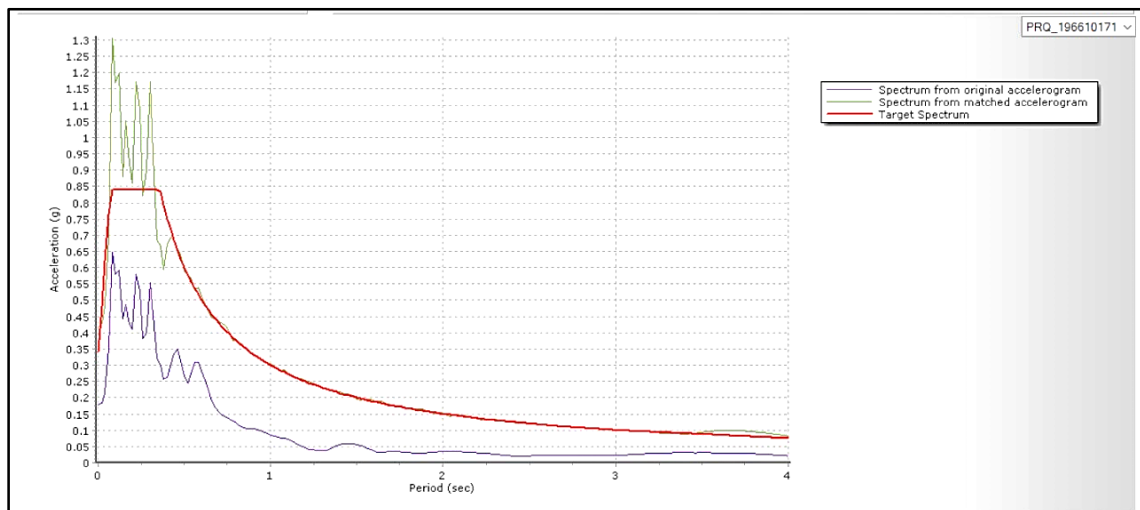
Para la acción sísmica del terreno se emplean las expresiones de Mononobe-Okabe que se indican a continuación:

4.6.4.1. Proceso de escalamiento

El escalamiento se realiza en base a la norma peruana E030 mediante el numeral 30.1.3, el cual especifica requisitos mínimos para el promedio de espectros y para un rango de periodos de $0.2T_f$ a $1.5T_f$, donde T_f es el periodo fundamental. Para escalar se usó el programa SEISMOMATCH para los niveles de sismos de $T_r=1000$ años.

Figura 158

Gráfico de Escalamiento del Sismo



Nota: Captura de pantalla del Software SISMO MATCH, del escalamiento del sismo de 1966 de componente NS para un periodo de retorno de 1000 años. Elaboración propia

4.6.5. Consideraciones de Diseño

4.6.5.1. Filosofía de evaluación:

Para cumplir con los requisitos primordiales de resistencia, rigidez, estabilidad, durabilidad de todos los elementos estructurales se deberá evaluar el comportamiento mediante las cargas, según establece el manual de puentes.

Las resistencias de los recursos estructurales fueron determinadas teniendo en cuenta el comportamiento inelástico de los materiales.

4.6.5.2. Casos de carga considerados

4.6.5.2.1. Estados limites

Para justificar la seguridad de la estructura, objeto del estudio y su aptitud en servicio, se utilizará el método de los estados límites.

- Estados límite de resistencia
- Estados límite de evento extremo
- Estados límite de servicio
- Estados límite de fatiga

4.6.5.2.2. Combinación de cargas

Las combinaciones a considerar son las siguientes:

Tabla 49

Combinación de Cargas

Resistencia	$R1= 1.25Dc + 1.50 Dw + 1.75 (LL+IM+PL+BR)$ $R3= 1.25Dc + 1.50 Dw + 1.40 Ws$
Extrema	$E1= Dc + Dw + 0.5(LL+IM+PL+BR) + Eqx + 0.30Eqy$ $E2= Dc + Dw + 0.5(LL+IM+PL+BR) + 0.30Eqx + Eqy$
Servicio	$S1= 1.00(Dc+Dw+LL+IM+PL+BR) + 0.30Ws$
Fatiga	$F1= 1.50(LL+IM+PL+BR)$

Nota: Elaboración propia

4.6.6. Resultados del Análisis Estructural sin Reforzar

4.6.6.1. Resultados de losa

4.6.6.1.1. Momentos flectores

Se obtiene un resumen de los momentos flectores de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), sin el reforzamiento de la losa.

Tabla 50

Momento Flector (Mxx) - Losa sin CFRP.

CASO	Mxx (tfm/m)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	0.88	0.80	0.82	0.81	0.88	0.97
Min	-1.10	-0.94	-1.05	-1.07	-1.10	-1.15

Nota: Elaboración propia

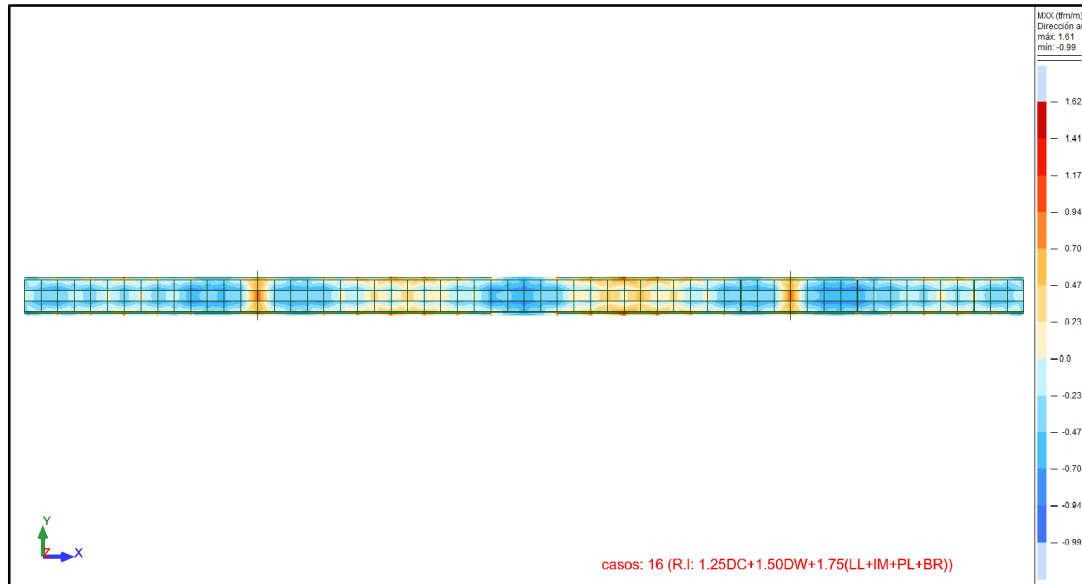
Se obtuvieron los resultados de momentos flectores máximos y mínimos de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

Tabla 51*Momento Flector (Mxx) de la Combinación de Cargas - Losa sin CFRP.*

Mxx (tfm/m)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	1.03	0.79	0.80	0.81
Min	-0.99	-0.89	-0.93	-0.99

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR), se obtiene un momento máximo de 1.03tfm y un momento mínimo de -0.99tfm.

Figura 159*Momento Flector del Caso 16 – Losa sin CFRP**Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia***4.6.6.1.2. Esfuerzos cortantes**

Se obtienen un resumen de los esfuerzos cortantes de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), sin el reforzamiento de la losa.

Tabla 52*Esfuerzo Cortante (Qxx) - Losa sin CFRP.*

Qxx (tf/m)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Min	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.16	-0.17

Nota: Elaboración propia.

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos cortantes máximos y mínimos de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

Tabla 53

Esfuerzo Cortante (Qxx) de la Combinación de Cargas - Losa sin CFRP.

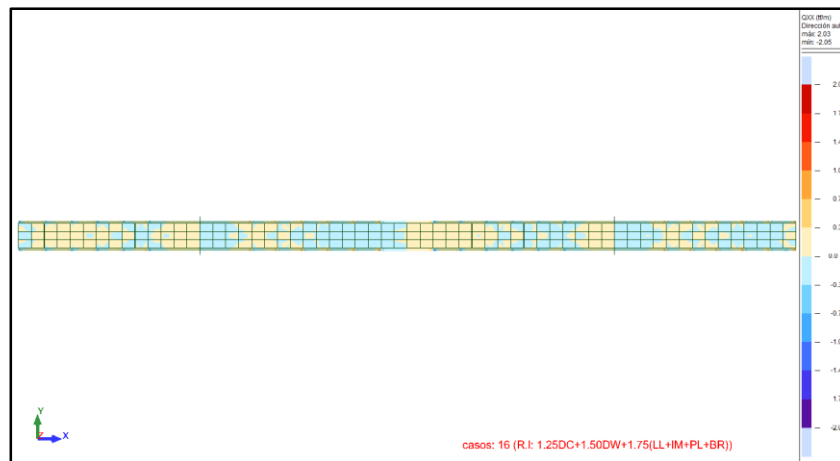
Qxx (tf/m)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	0.27	0.19	0.19	0.17
Min	-0.29	-0.20	-0.16	-0.16

Nota: Elaboración propia.

Para el caso 16 de combinación R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR), se tiene el esfuerzo cortante máximo de 0.27tf/m y el esfuerzo cortante mínimo de -0.29tf/m.

Figura 160

Esfuerzo Cortante del Caso 16 – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.6.1.3. Fuerzas en losa

A. Fuerza a compresión de las cargas

Se obtienen un resumen de las fuerzas a compresión de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), sin el reforzamiento de la losa.

Tabla 54

Fuerza a Compresión (Sxx) - Losa sin CFRP.

Sxx (tf/m2)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	SW
Max	402.92	295.15	372.64	338.29	398.28	458.21
Min	-701.04	-673.23	-690.71	-688.58	-700.19	-760.49

Nota: Elaboración propia.

B. Fuerza a compresión de las combinaciones de cargas

Se obtuvieron los resultados de las fuerzas a compresión máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

Tabla 55

Fuerza a Compresión (S_{xx}) de la Combinación de Cargas - Losa sin CFRP.

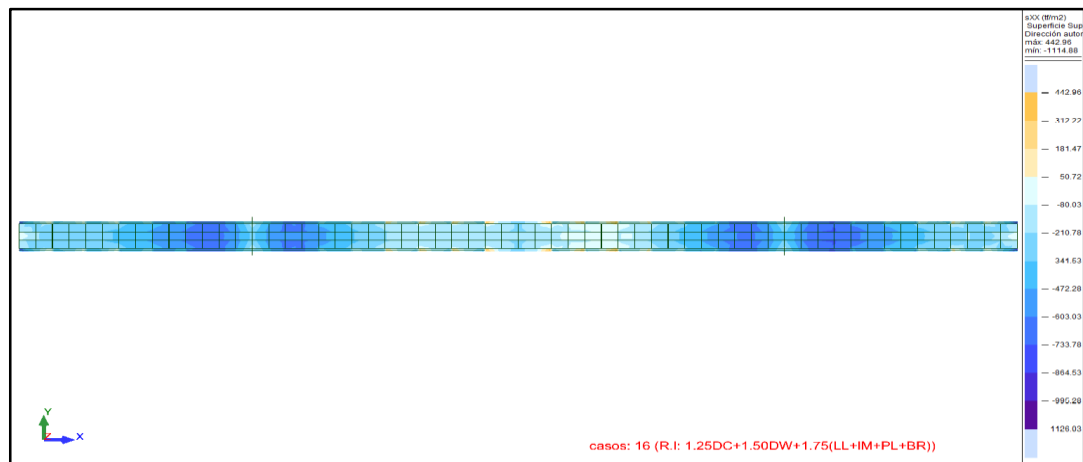
S_{xx} (tf/m ²)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	71.30	251.48	213.37	254.44
Min	-745.14	-690.86	-693.87	-688.63

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR), se tiene la fuerza a compresión máxima de 71.30tf/m² y la fuerza a compresión mínima de -745.14tf/m².

Figura 161

Fuerza a Compresión del Caso 16 – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

C. Fuerza a tracción de las cargas

Se obtienen un resumen de las fuerzas a tracción de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), sin el reforzamiento de la losa.

Tabla 56

Fuerza a Tracción (S_{xx}) - Losa sin CFRP.

S_{xx} (tf/m ²)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	215.43	164.27	200.62	190.52	210.86	249.27
Min	-491.77	-506.88	-493.75	-502.89	-490.43	-503.82

Nota: Elaboración propia

D. Fuerza a tracción de las combinaciones de cargas

Se obtuvieron los resultados de las fuerzas a tracción máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

Tabla 57

Fuerzas a Tracción (S_{xx}) de la Combinación de Cargas - Losa sin CFRP.

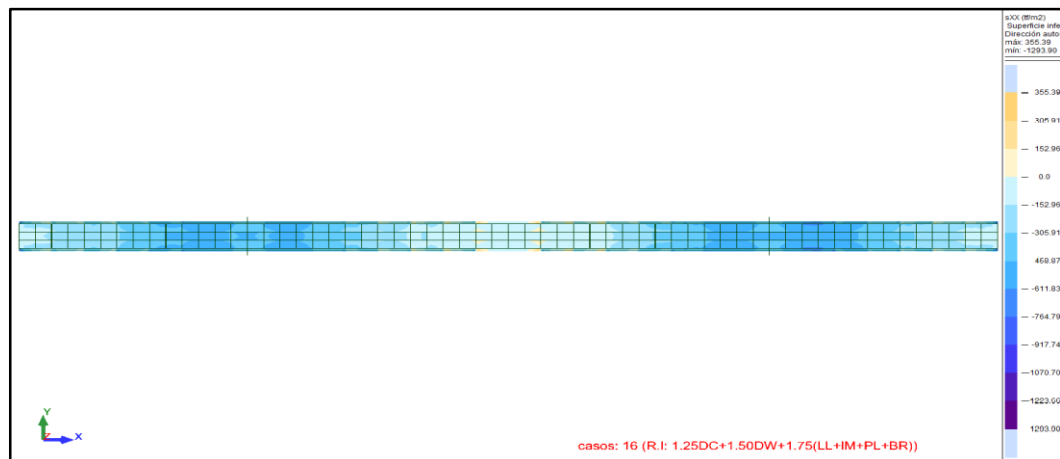
CASO	S_{xx} (tf/m ²)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	33.45	152.24	129.99	149.45
Min	-631.66	-546.57	-543.30	-520.24

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR), se tiene la fuerza a tracción máxima de 33.45tf/m² y la fuerza a tracción mínima de -631.66tf/m².

Figura 162

Fuerza a Tracción del Caso 16 – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.6.1.4. Reacciones

Peso propio (DC)

Tabla 58

Reacciones del Peso Propio (DC) – Losa sin CFRP

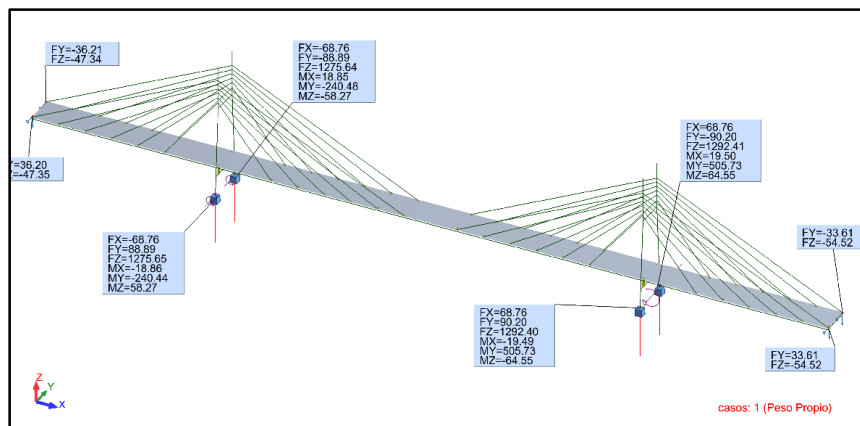
Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-68.76	88.89	1275.65	-18.86	-240.44	58.27
26	-68.76	-88.89	1275.64	18.85	-240.48	-58.27
49	68.76	90.20	1292.40	-19.49	505.73	-64.55
73	68.76	-90.20	1292.41	19.50	505.73	64.55

Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
100	0	36.20	-47.35	0	0	0
101	0	33.61	-54.52	0	0	0
102	0	-36.21	-47.34	0	0	0
103	0	-33.61	-54.52	0	0	0

Nota: Elaboración propia

Figura 163

Reacciones del Peso Propio (DC) – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Carga Muerta (DW)

Tabla 59

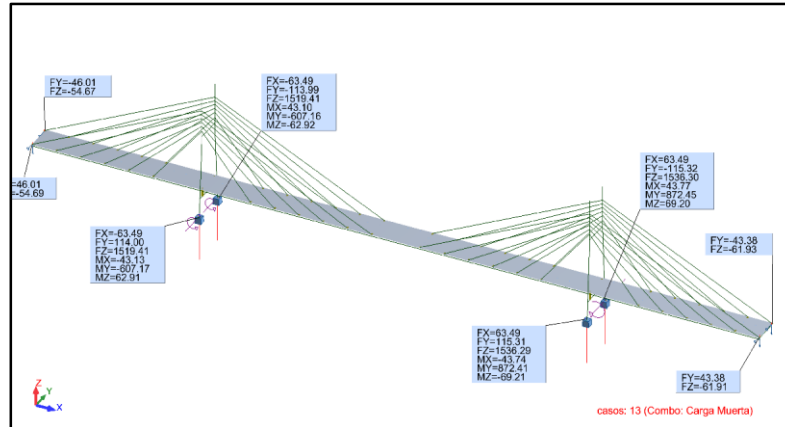
Reacciones de la Carga Muerta (DW) – Losa sin CFRP

Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-63.49	114.00	1519.41	-43.13	-607.17	62.91
26	-63.49	-113.99	1519.41	43.10	-607.16	-62.92
49	63.49	115.31	1536.29	-43.74	872.41	-69.21
73	63.49	-115.32	1536.30	43.77	872.45	69.20
100	0	46.01	-54.69	0	0	0
101	0	43.38	-61.91	0	0	0
102	0	-46.01	-54.67	0	0	0
103	0	-43.38	-61.93	0	0	0

Nota: Elaboración propia.

Figura 164

Reacciones de la Carga Muerta (DW) – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Carga peatonal (PL)

Tabla 60

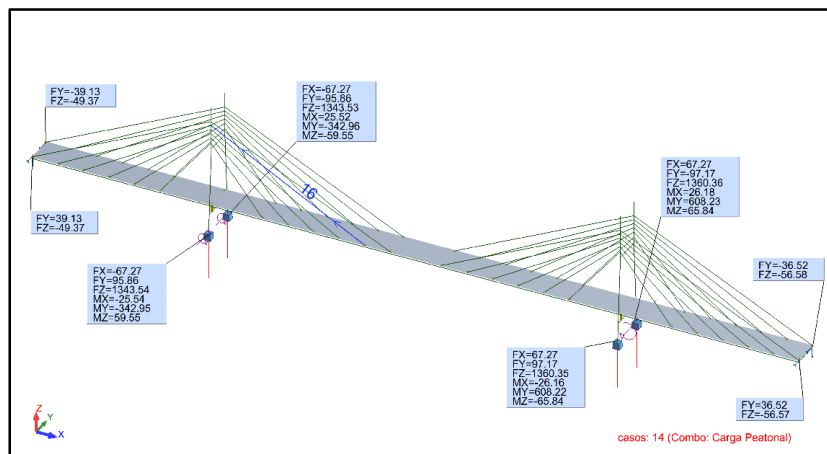
Reacciones de la Carga Peatonal (PL) – Losa sin CFRP

Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-67.27	95.86	1343.54	-25.54	-342.95	59.55
26	-67.27	-95.86	1343.53	25.52	-342.96	-59.55
49	67.27	97.17	1360.35	-26.16	608.22	-65.84
73	67.27	-97.17	1360.36	26.18	608.23	65.84
100	0	39.13	-49.37	0	0	0
101	0	36.52	-56.57	0	0	0
102	0	-39.13	-49.37	0	0	0
103	0	-36.52	-56.58	0	0	0

Nota: Elaboración propia

Figura 165

Reacciones de la Carga Peatonal (PL) – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Carga vehicular (LL)

Tabla 61

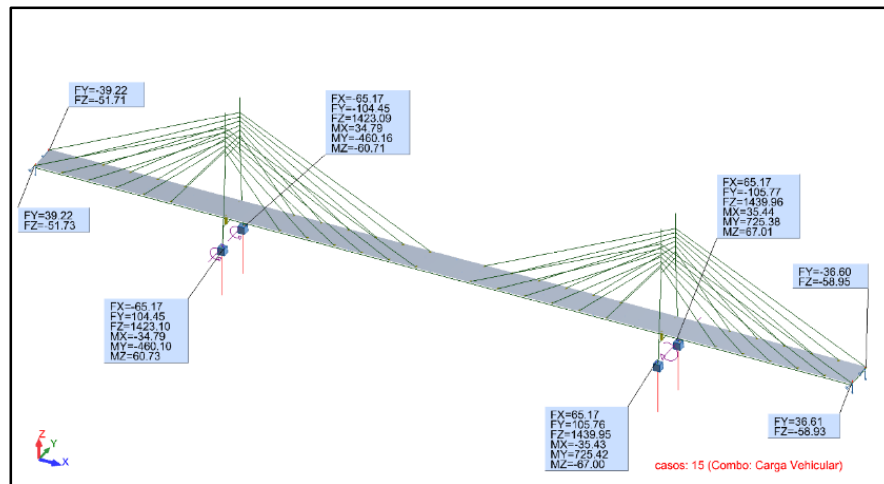
Reacciones de la Carga Vehicular (LI) – Losa sin CFRP

Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-65.17	104.45	1423.10	-34.79	-460.10	60.73
26	-65.17	-104.45	1423.09	34.79	-460.16	-60.71
49	65.17	105.76	1439.95	-35.43	725.42	-67.00
73	65.17	-105.77	1439.96	35.44	725.38	67.01
100	0	39.22	-51.73	0	0	0
101	0	36.61	-58.93	0	0	0
102	0	-39.22	-51.71	0	0	0
103	0	-36.60	-58.95	0	0	0

Nota: Elaboración propia

Figura 166

Reacciones de la Carga Vehicular (LL) – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Fuerza de frenado (BR)

Tabla 62

Reacciones de la Fuerza de Frenado (BR) – Losa sin CFRP

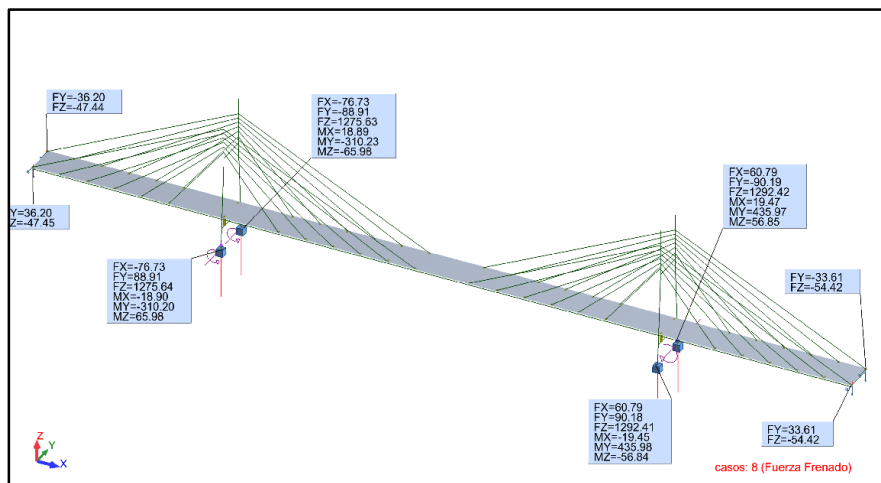
Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-76.73	88.91	1275.64	-18.90	-310.20	65.98
26	-76.73	-88.91	1275.63	18.89	-310.23	-65.98
49	60.79	90.18	1292.41	-19.45	435.98	-56.84
73	60.79	-90.19	1292.42	19.47	435.97	56.85
100	0	36.20	-47.45	0	0	0

Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
101	0	33.61	-54.42	0	0	0
102	0	-36.20	-47.44	0	0	0
103	0	-33.61	-54.42	0	0	0

Nota: Elaboración propia con el software Robot Structural

Figura 167

Reacciones de la Fuerza de Frenado (BR) – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Carga de viento (WS)

Tabla 63

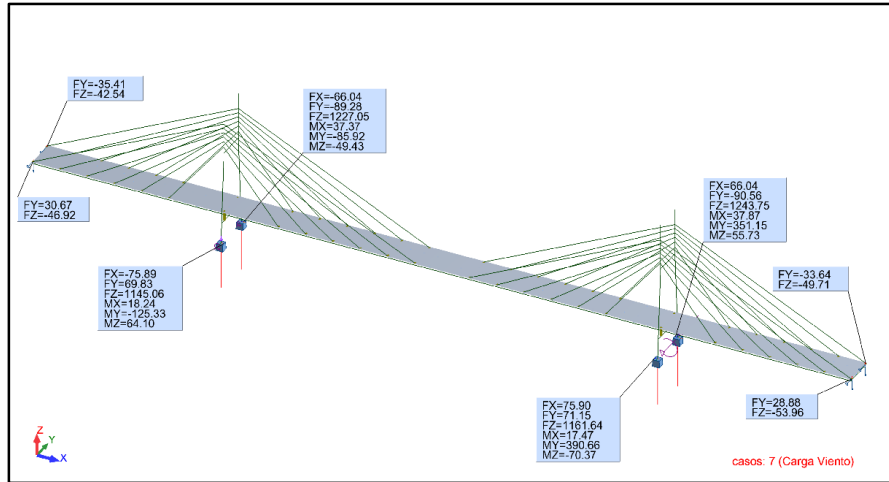
Reacciones de la Carga de Viento (WS) – Losa sin CFRP

Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-75.89	69.83	1145.06	18.24	-125.33	64.10
26	-66.04	-89.28	1227.05	37.37	-85.92	-49.43
49	75.90	71.15	1161.64	17.47	390.66	-70.37
73	66.04	-90.56	1243.75	37.87	351.15	55.73
100	0	30.67	-46.92	0	0	0
101	0	28.88	-53.96	0	0	0
102	0	-35.41	-42.54	0	0	0
103	0	-33.64	-49.71	0	0	0

Nota: Elaboración propia

Figura 168

Reacciones de la Carga de Viento (WS) – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.6.1.5. Deformaciones de losa

Deformaciones de cargas

Se obtienen un resumen de las deformaciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), sin el reforzamiento de la losa.

Tabla 64

Deformaciones (Ugz) de las Cargas - Losa sin CFRP.

CASO	Ugz (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	589.23	450.97	550.29	504.97	589.20	658.60
Min	-45.64	-43.49	-45.00	-44.60	-45.67	-47.29

Nota: Elaboración propia

Deformaciones de las combinaciones

Se obtuvieron los resultados de las deformaciones máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

Tabla 65

Deformaciones (Ugz) de las Combinaciones de Cargas - Losa sin CFRP.

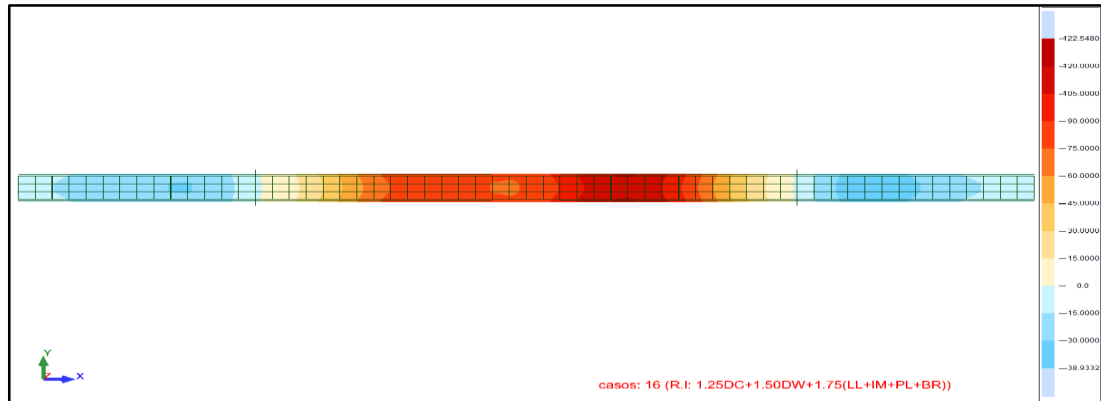
CASO	Ugz (mm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	121.09	390.44	351.68	406.55
Min	-38.93	-43.12	-42.32	-43.26

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)$, se tiene una máxima deformación de 121.09mm y una mínima deformación de -38.93mm.

Figura 169

Deformación de Losa del Caso 16 - Losa sin CFRP.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.6.2. Resultado de vigas

4.6.6.2.1. Momentos flectores

Se obtiene un resumen de los momentos flectores de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas longitudinales exteriores aguas arriba y aguas abajo.

Tabla 66

Momento (My) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.

MY (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	321.11	259.84	299.14	278.26	320.49	396.97
Min	-283.82	-253.19	-270.26	-253.30	-283.34	-305.61

Nota: Elaboración propia

Tabla 67

Momento (My) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.

MY (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	8.41	7.23	8.04	8.19	8.41	9.07
Min	-8.72	-7.77	-8.42	-8.06	-8.70	-9.07

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los momentos máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I) de las vigas longitudinales exteriores.

Tabla 68

Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.

CASO	MY (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	186.46	242.64	230.91	247.01
Min	-261.34	-248.21	-253.88	-253.20

Nota: Elaboración propia

Tabla 69

Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.

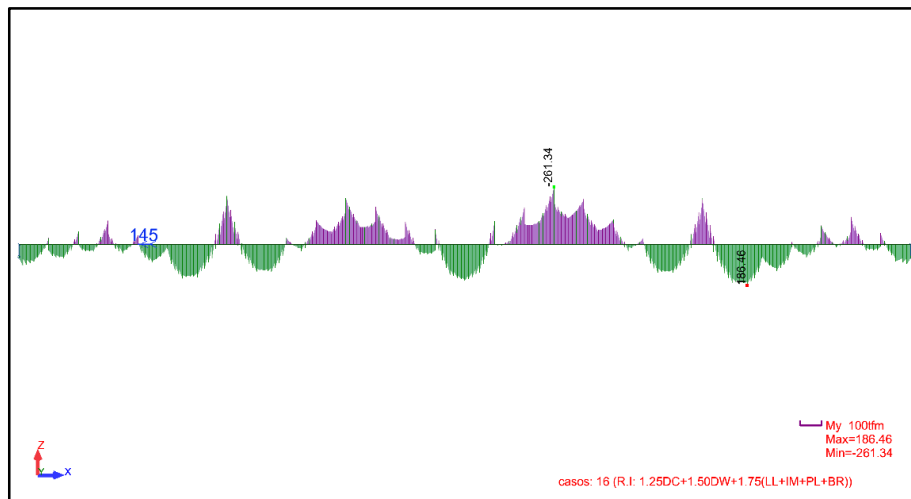
CASO	MY (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	4.98	6.25	6.74	7.56
Min	-9.39	-7.62	-7.55	-7.68

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)$, se tiene un momento máximo de 186.46tfm/m y un momento mínimo de -261.34tfm/m.

Figura 170

Deformación de Viga del Caso 16- Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Se obtiene un resumen de los momentos flectores de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas longitudinales intermedias aguas arriba y abajo.

Tabla 70*Momento (My) en las Cargas de la Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.*

MY (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	8.41	7.23	8.04	8.19	8.41	9.28
Min	-8.72	-7.77	-8.42	-8.06	-8.70	-9.20

*Nota: Elaboración propia***Tabla 71***Momento (My) en las Cargas de la Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.*

MY (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	8.41	7.23	8.04	8.19	8.41	9.07
Min	-8.72	-7.77	-8.42	-8.06	-8.70	-9.07

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los momentos máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I) de las vigas longitudinales.

Tabla 72*Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.*

My (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	4.98	6.42	6.77	7.56
Min	-9.39	-7.70	-7.57	-7.68

*Nota: Elaboración propia***Tabla 73***Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.*

My (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	4.98	6.25	6.74	7.56
Min	-9.39	-7.62	-7.55	-7.68

Nota: Elaboración propia

Se obtiene un resumen de los momentos flectores de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

Tabla 74*Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.*

My (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	25.61	32.13	27.55	29.85	25.63	25.12
Min	12.03	12.11	12.06	11.82	12.06	4.96

*Nota: Elaboración propia***Tabla 75***Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.*

My (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	12.39	15.25	12.97	17.27	12.39	12.34
Min	-8.63	-10.76	-8.99	-12.70	-8.63	-7.16

*Nota: Elaboración propia***Tabla 76***Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.*

My (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	12.46	1.99	9.44	4.32	12.47	22.73
Min	-19.74	-24.41	-20.57	-28.99	-19.74	-18.22

*Nota: Elaboración propia***Tabla 77***Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.*

My (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	11.14	12.52	11.31	15.12	11.14	11.58
Min	-6.63	-9.34	-7.15	-11.06	-6.63	-5.07

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los momentos máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), de las vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

Tabla 78*Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.*

My (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	48.27	37.61	36.26	34.57

My (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Min	12.43	3.12	9.92	11.81

Nota: Elaboración propia

Tabla 79

Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.

My (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	30.96	19.31	20.69	20.58
Min	-21.93	-12.10	-14.76	-15.29

Nota: Elaboración propia

Tabla 80

Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.

My (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	6.84	3.65	3.96	4.04
Min	-49.21	-29.42	-34.02	-34.85

Nota: Elaboración propia

Tabla 81

Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.

My (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	23.03	15.61	16.81	17.37
Min	-22.02	-11.19	-13.82	-14.06

Nota: Elaboración propia

4.6.6.2.2. Esfuerzos cortantes

Se obtiene un resumen de los esfuerzos cortantes de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la viga longitudinal exterior aguas arriba y aguas abajo.

Tabla 82

Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	63.38	63.83	63.61	62.53	63.45	64.18

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Min	-62.17	-62.64	-62.41	-61.33	-62.09	-62.11

Nota: Elaboración propia

Tabla 83

Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	1.10	1.23	1.11	1.28	1.11	1.10
Min	-1.09	-1.25	-1.10	-1.25	-1.09	-1.08

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos cortantes máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I) de las vigas longitudinales exteriores.

Tabla 84

Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.

Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	111.13	63.86	63.27	62.54
Min	-106.62	-62.66	-61.92	-61.12

Nota: Elaboración propia

Tabla 85

Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.

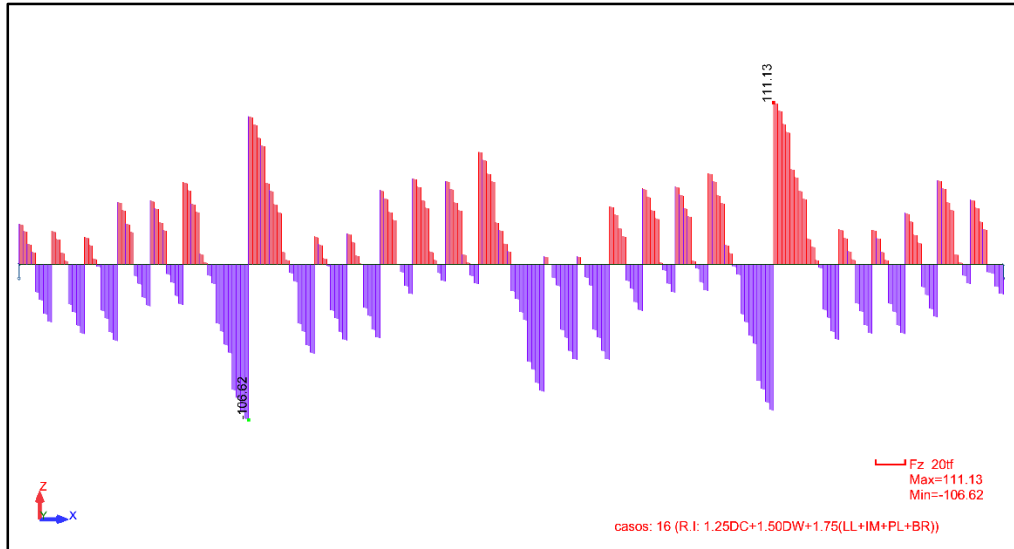
Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	3.20	1.63	1.84	1.75
Min	-3.11	-1.57	-1.78	-1.68

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene un esfuerzo cortante máximo de 111.13tf y un esfuerzo cortante mínimo de -106.62tf.

Figura 171

Esfuerzo Cortante de Viga del Caso 16 - Losa sin CFRP.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Se obtiene un resumen de los esfuerzos cortantes de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas longitudinales intermedias.

Tabla 86

Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	1.10	1.23	1.11	1.28	1.11	1.09
Min	-1.09	-1.25	-1.10	-1.25	-1.09	-1.08

Nota: Elaboración propia

Tabla 87

Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	1.10	1.23	1.11	1.28	1.11	1.10
Min	-1.09	-1.25	-1.10	-1.25	-1.09	-1.08

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos cortantes máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I) de las vigas longitudinales interiores

Tabla 88

Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.

Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	3.20	1.54	1.82	1.75
Min	-3.11	-1.51	-1.77	-1.68

Nota: Elaboración propia

Tabla 89

Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.

Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	3.20	1.63	1.84	1.75
Min	-3.11	-1.57	-1.78	-1.68

Nota: Elaboración propia

Se obtiene un resumen de los esfuerzos cortantes de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

Tabla 90

Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	6.81	7.92	6.99	9.40	6.80	5.34
Min	-7.59	-8.94	-7.83	-10.40	-7.58	-7.13

Nota: Elaboración propia

Tabla 91

Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	10.38	12.76	10.83	14.65	10.38	8.33
Min	-10.38	-12.76	-10.83	-14.65	-10.38	-9.05

Nota: Elaboración propia

Tabla 92*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.*

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	12.04	15.71	12.79	18.04	12.04	8.32
Min	-12.04	-15.71	-12.79	-18.04	-12.04	-10.86

*Nota: Elaboración propia***Tabla 93***Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.*

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	8.87	10.84	9.21	12.90	8.87	6.96
Min	-8.87	-10.84	-9.21	-12.90	-8.87	-7.71

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos cortantes máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), de las vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

Tabla 94*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.*

Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	15.25	8.25	10.24	10.97
Min	-17.05	-11.03	-11.86	-12.17

*Nota: Elaboración propia***Tabla 95***Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.*

Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	24.67	13.55	16.87	17.47
Min	-24.67	-14.55	-17.09	-17.47

Nota: Elaboración propia

Tabla 96

Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.

CASO	Fz (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	33.21	16.19	21.36	22.17
Min	-33.21	-19.74	-22.12	-22.17

Nota: Elaboración propia

Tabla 97

Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.

CASO	Fz (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	21.68	11.36	14.64	15.42
Min	-21.68	-12.42	-14.86	-15.42

Nota: Elaboración propia

4.6.6.2.3. Deformaciones de cargas

Se obtiene un resumen de las deformaciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la viga longitudinal exteriores, interiores de aguas arriba y abajo y vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

Tabla 98

Deformaciones (Uz) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.

CASO	Uz (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	589.04	450.74	550.29	504.97	589.00	658.02
Min	-44.59	-41.82	-43.68	-42.75	-44.60	-45.03

Nota: Elaboración propia

Tabla 99

Deformaciones (Uz) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.

CASO	Uz (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	587.67	449.17	548.88	503.17	587.63	633.84
Min	-45.64	-43.49	-45.00	-44.60	-45.67	-46.89

Nota: Elaboración propia

Tabla 100

Deformaciones (Uz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.

CASO	Uz (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	587.67	449.17	548.88	503.17	587.63	645.37
Min	-45.64	-43.48	-45.00	-44.60	-45.67	-46.17

Nota: Elaboración propia

Tabla 101

Deformaciones (Uz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.

CASO	Uz (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	587.67	449.17	548.88	503.17	587.63	633.84
Min	-45.64	-43.49	-45.00	-44.60	-45.67	-46.89

Nota: Elaboración propia

Tabla 102

Deformaciones (Uz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.

CASO	Uz (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	-0.44	-0.52	-0.46	-0.48	-0.43	-0.34
Min	-0.87	-1.05	-0.92	-1.01	-0.87	-0.81

Nota: Elaboración propia

Tabla 103

Deformaciones (Uz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.

CASO	Uz (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	-22.77	-22.97	-22.83	-22.84	-22.68	-20.28
Min	-24.02	-24.48	-24.12	-24.56	-23.93	-25.17

Nota: Elaboración propia

Tabla 104

Deformaciones (Uz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.

CASO	Uz (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	-0.93	-1.16	-1.00	-1.07	-0.93	-0.83
Min	-1.02	-1.29	-1.09	-1.22	-1.02	-0.92

Nota: Elaboración propia

Tabla 105

Deformaciones (Uz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.

Uz (mm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	587.53	447.73	548.35	502.54	587.53	657.31
Min	586.43	446.49	547.23	501.05	586.43	622.43

Nota: Elaboración propia

4.6.6.2.4. Deformaciones de combinaciones

De cargas de las vigas longitudinales externas

Tabla 106

Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa sin CFRP.

Uz (mm)				
CASO	(R.I)	(R.III)	(S.I)	(F.I)
Max	117.12	357.58	342.54	403.76
Min	-38.93	-43.11	-42.32	-43.26

Nota: Elaboración propia

Tabla 107

Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa sin CFRP.

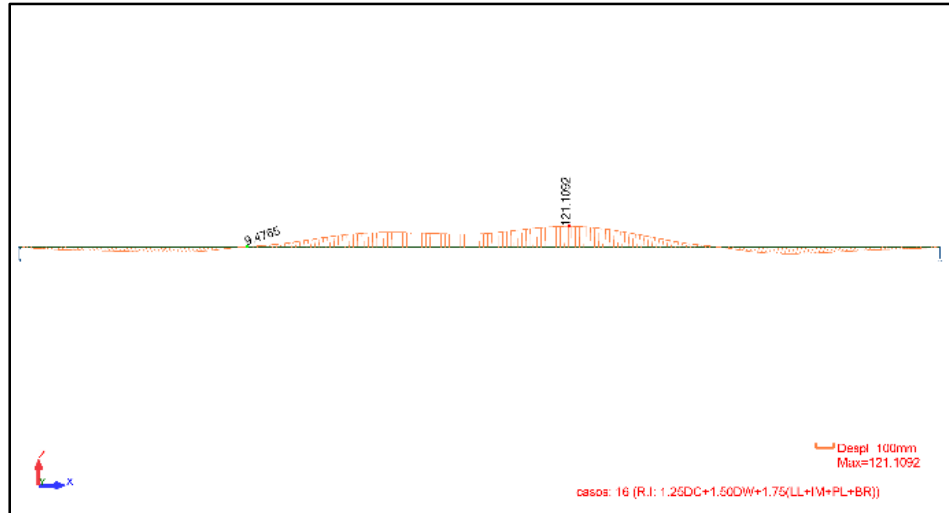
Uz (mm)				
CASO	(R.I)	(R.III)	(S.I)	(F.I)
Max	117.12	357.58	342.54	403.76
Min	-38.93	-43.11	-42.32	-43.26

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene una máxima deformación de 120.96mm y una mínima deformación de -35.85mm.

Figura 172

Deformación de la Viga Longitudinal Externa del Caso 16 - Losa sin CFRP.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

De cargas de vigas longitudinales intermedias

Tabla 108

Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa sin CFRP.

Uz (mm)				
CASO	(R.I)	(R.III)	(S.I)	(F.I)
Max	117.12	372.77	345.78	403.76
Min	-38.93	-41.79	-42.03	-43.26

Nota: Elaboración propia

Tabla 109

Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa sin CFRP.

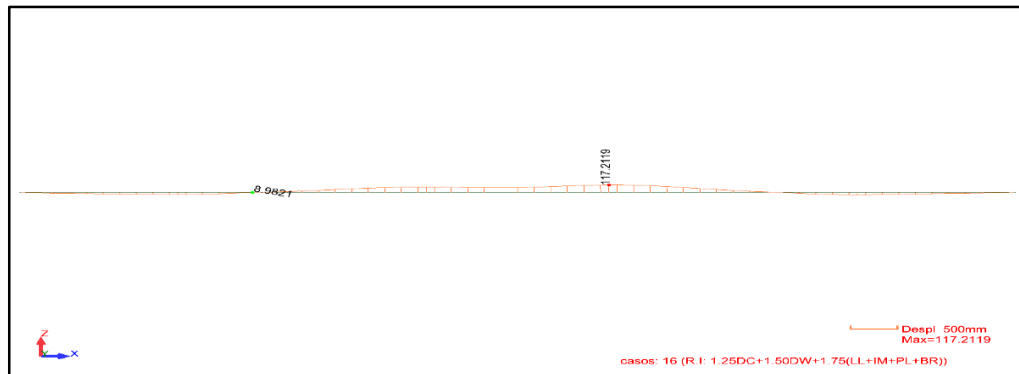
Uz (mm)				
CASO	(R.I)	(R.III)	(S.I)	(F.I)
Max	117.12	357.58	342.54	403.76
Min	-38.93	-43.11	-42.32	-43.26

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene una máxima deformación de 120.96mm y una mínima deformación de -35.85mm.

Figura 173

Deformación de la Viga Longitudinal Intermedia del Caso 16 - Losa sin CFRP.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

De cargas de las vigas transversales

Tabla 110

Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa sin CFRP.

	Uz (mm)			
CASO	(R.I)	(R.III)	(S.I)	(F.I)
Max	-0.74	-0.50	-0.57	-0.54
Min	-1.59	-1.19	-1.21	-1.15

Nota: Elaboración propia

Tabla 111

Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa sin CFRP.

	Uz (mm)			
CASO	(R.I)	(R.III)	(S.I)	(F.I)
Max	-23.65	-20.07	-22.32	-22.84
Min	-26.50	-26.83	-25.24	-24.89

Nota: Elaboración propia

Tabla 112

Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa sin CFRP.

	Uz (mm)			
CASO	(R.I)	(R.III)	(S.I)	(F.I)
Max	-1.89	-1.39	-1.33	-1.23
Min	-2.23	-1.61	-1.54	-1.44

Nota: Elaboración propia

Tabla 113

Deformaciones (U_z) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa sin CFRP.

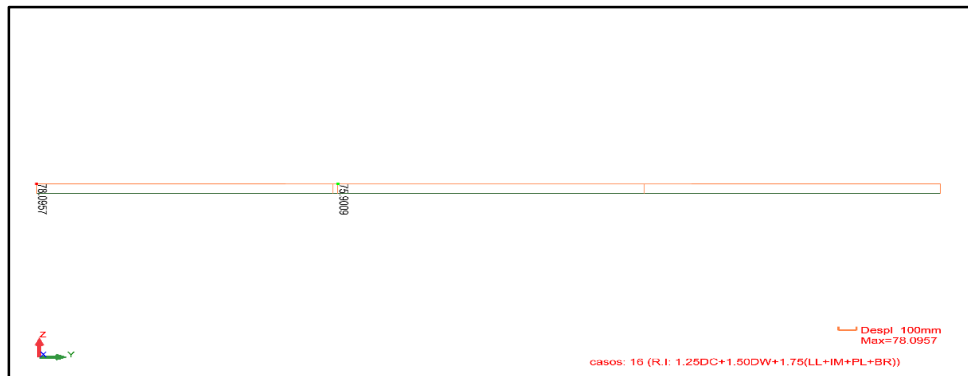
CASO	Uz (mm)			
	(R.I)	(R.III)	(S.I)	(F.I)
Max	78.09	385.82	345.65	402.40
Min	75.90	338.37	335.52	400.69

Nota: Elaboración propia

Para el punto 0+150, el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene una máxima deformación de 78.09mm y una mínima deformación de 75.90mm.

Figura 174

Deformación de la Viga Transversal 0+150 del Caso 16 - Losa sin CFRP.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.6.3. Resultado de cables

4.6.6.3.1. Esfuerzo y tensión axial

Se obtienen un resumen de los esfuerzos y tensiones axiales de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de los cables.

Tabla 114

Tensión Axial (F_x) de las Cargas en los Cables (Aguas Abajo) – Losa sin CFRP

CABLE	Fx (kN)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
T1-I	-732.14	-900.32	-779.17	-833.72	-731.42	-637.02
T1'- I	-852.14	-998.76	-893.11	-940.40	-852.71	-768.40
T2-I	-732.32	-931.43	-788.03	-852.95	-731.84	-621.43
T2'-I	-802.32	-979.12	-851.78	-909.18	-802.62	-703.84
T3-I	-963.92	-1285.46	-1053.88	-1158.87	-963.34	-786.63

CABLE	Fx (kN)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
T3'-I	-1003.92	-1286.77	-1083.08	-1175.09	-1004.28	-851.80
T4-I	-694.83	-1047.11	-792.37	-907.46	-694.28	-508.77
T4'-I	-624.84	-929.75	-708.92	-808.21	-625.30	-476.15
T5-I	-795.09	-1118.33	-884.71	-990.30	-794.67	-621.63
T5'-I	-795.09	-1084.21	-875.30	-969.61	-795.74	-657.66
T6-I	-1406.55	-1748.54	-1501.99	-1613.69	-1406.37	-1215.92
T6'-I	-1486.55	-1821.42	-1580.01	-1689.94	-1487.59	-1331.45
T1-D	-732.14	-900.27	-779.13	-833.68	-732.85	-637.23
T1'-D	-752.14	-898.31	-792.92	-840.03	-751.57	-669.04
T2-D	-722.32	-921.07	-777.87	-842.67	-722.80	-612.09
T2'-D	-782.32	-958.47	-831.51	-888.65	-782.02	-684.78
T3-D	-673.93	-992.09	-762.45	-866.34	-674.51	-502.40
T3'-D	-803.93	-1084.64	-882.21	-973.41	-803.58	-654.81
T4-D	-1164.81	-1522.46	-1264.69	-1381.51	-1165.38	-969.32
T4'-D	-1124.81	-1437.40	-1212.12	-1313.79	-1124.33	-965.22
T5-D	-835.09	-1158.29	-924.71	-1030.27	-835.51	-661.60
T5'-D	-715.10	-1001.08	-794.02	-887.24	-714.46	-581.57
T6-D	-1446.55	-1788.35	-1541.88	-1653.48	-1446.73	-1256.44
T6'-D	-1516.55	-1851.64	-1610.09	-1720.16	-1515.51	-1361.20

Nota: Elaboración propia

Tabla 115

Tensión Axial (Fx) de las Cargas en los Cables (Aguas Arriba) – Losa sin CFRP

CABLE	Fx (kN)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
T1-I	-732.14	-900.31	-779.17	-833.73	-731.42	-702.47
T1'-I	-852.14	-998.78	-893.12	-940.38	-852.71	-827.55
T2-I	-732.32	-931.43	-788.03	-852.95	-731.84	-694.81
T2'-I	-802.32	-979.15	-851.79	-909.16	-802.62	-769.37
T3-I	-963.92	-1285.46	-1053.88	-1158.87	-963.34	-901.39
T3'-I	-1003.92	-1286.82	-1083.11	-1175.03	-1004.28	-945.37
T4-I	-694.83	-1047.12	-792.37	-907.46	-694.28	-627.56
T4'-I	-624.84	-929.80	-708.94	-808.13	-625.30	-556.89
T5-I	-795.09	-1118.34	-884.72	-990.29	-794.67	-734.08
T5'-I	-795.09	-1084.23	-875.31	-969.57	-795.74	-722.18

CABLE	Fx (kN)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
T6-I	-1406.55	-1748.56	-1501.99	-1613.66	-1406.37	-1343.66
T6'-I	-1486.55	-1821.38	-1579.99	-1689.97	-1487.59	-1393.25
T1-D	-732.14	-900.27	-779.13	-833.67	-732.85	-702.53
T1'-D	-752.14	-898.29	-792.91	-840.05	-751.57	-727.86
T2-D	-722.32	-921.08	-777.87	-842.67	-722.80	-685.00
T2'-D	-782.32	-958.44	-831.49	-888.68	-782.02	-749.78
T3-D	-673.93	-992.09	-762.45	-866.34	-674.51	-612.86
T3'-D	-803.93	-1084.59	-882.18	-973.48	-803.58	-746.47
T4-D	-1164.81	-1522.45	-1264.68	-1381.51	-1165.38	-1095.14
T4'-D	-1124.81	-1437.35	-1212.10	-1313.87	-1124.33	-1053.11
T5-D	-835.09	-1158.29	-924.71	-1030.28	-835.51	-774.07
T5'-D	-715.10	-1001.06	-794.01	-887.29	-714.46	-643.91
T6-D	-1446.55	-1788.33	-1541.87	-1653.51	-1446.73	-1383.83
T6'-D	-1516.55	-1851.68	-1610.11	-1720.13	-1515.51	-1423.06

Nota: Elaboración propia

Tabla 116

Tensión Axial (Fx) de las Combinaciones de Cargas en los Cables (Aguas Abajo) – Losa sin CFRP

CABLE	Fx (kN)			
	R.I.	R.III	S.I	F.I
T1-I	-1345.69	-958.13	-1019.08	-953.30
T1'-I	-1390.63	-1047.87	-1103.20	-1046.48
T2-I	-1460.31	-1003.82	-1073.17	-995.08
T2'-I	-1450.82	-1043.20	-1105.53	-1036.46
T3-I	-2141.22	-1405.72	-1515.30	-1388.75
T3'-I	-2041.29	-1397.63	-1490.55	-1378.47
T4-I	-2001.28	-1182.92	-1302.47	-1161.80
T4'-I	-1763.69	-1063.92	-1155.91	-1030.54
T5-I	-1995.33	-1242.54	-1352.37	-1223.66
T5'-I	-1869.96	-1221.40	-1299.88	-1179.77
T6-I	-2668.78	-1875.62	-1993.69	-1859.59
T6'-I	-2722.55	-1988.10	-2072.07	-1932.57
T1-D	-1348.40	-958.15	-1020.51	-955.42
T1'-D	-1288.04	-947.45	-1001.50	-944.24
T2-D	-1451.62	-993.52	-1063.72	-986.13

CABLE	Fx (kN)			
	R.I.	R.III	S.I	F.I
T2'-D	-1428.82	-1022.56	-1084.10	-1014.78
T3-D	-1848.48	-1112.63	-1222.27	-1096.68
T3'-D	-1836.89	-1195.66	-1287.08	-1174.88
T4-D	-2480.42	-1657.77	-1780.16	-1639.49
T4'-D	-2272.84	-1570.98	-1664.52	-1537.69
T5-D	-2036.49	-1282.43	-1393.10	-1264.84
T5'-D	-1782.99	-1138.39	-1214.54	-1094.14
T6-D	-2709.19	-1915.35	-2033.81	-1899.86
T6'-D	-2749.16	-2018.23	-2100.30	-1959.77

Nota: Elaboración propia

Tabla 117

Tensión Axial (Fx) de las Combinaciones de Cargas en los Cables (Aguas Arriba) – Losa sin CFRP

CABLE	Fx (kN)			
	R.I.	R.III	S.I	F.I
T1-I	-1345.69	-1048.52	-1038.43	-953.31
T1'-I	-1390.65	-1130.02	-1120.79	-1046.47
T2-I	-1460.31	-1104.50	-1094.71	-995.08
T2'-I	-1450.83	-1133.73	-1124.91	-1036.43
T3-I	-2141.22	-1562.84	-1548.91	-1388.75
T3'-I	-2041.29	-1526.67	-1518.17	-1378.41
T4-I	-2001.28	-1355.89	-1339.59	-1161.79
T4'-I	-1763.64	-1185.07	-1181.98	-1030.45
T5-I	-1995.32	-1403.92	-1387.03	-1223.64
T5'-I	-1869.91	-1314.31	-1319.86	-1179.71
T6-I	-2668.76	-2052.36	-2031.58	-1859.56
T6'-I	-2722.52	-2074.19	-2090.54	-1932.59
T1-D	-1348.40	-1048.56	-1039.87	-955.42
T1'-D	-1288.02	-1029.52	-1019.07	-944.25
T2-D	-1451.62	-1094.15	-1085.25	-986.13
T2'-D	-1428.81	-1112.98	-1103.46	-1014.80
T3-D	-1848.48	-1269.08	-1255.79	-1096.68
T3'-D	-1836.90	-1324.28	-1314.65	-1174.94
T4-D	-2480.42	-1831.74	-1817.39	-1639.50
T4'-D	-2272.89	-1693.40	-1690.77	-1537.77

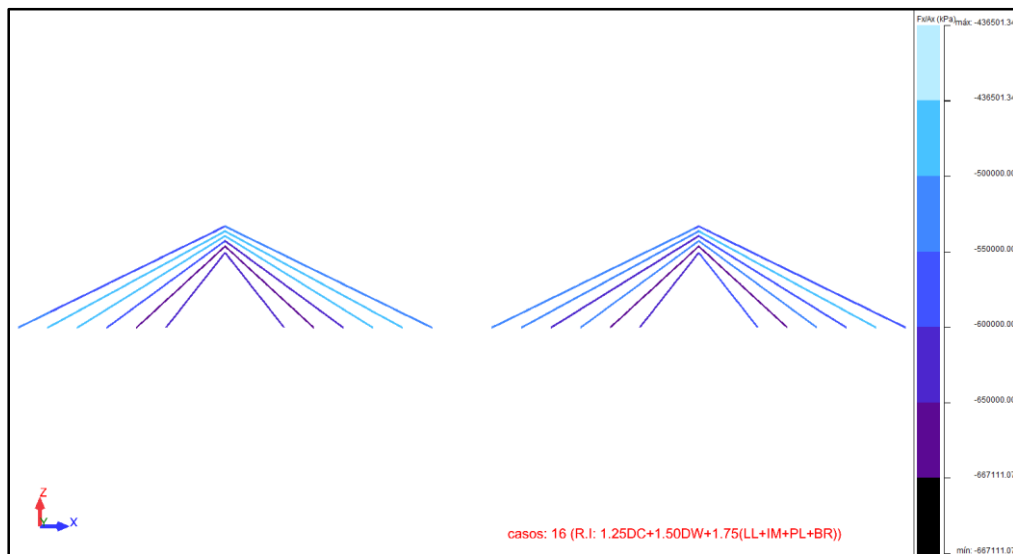
CABLE	Fx (kN)			
	R.I.	R.III	S.I	F.I
T5-D	-2036.50	-1443.79	-1427.77	-1264.86
T5'-D	-1783.04	-1230.88	-1234.51	-1094.20
T6-D	-2709.21	-2092.12	-2071.72	-1899.89
T6'-D	-2749.19	-2104.39	-2118.80	-1959.75

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica la tensión axial en los cables.

Figura 175

Tensión Axial (Fx) del Caso 16 de los Cables – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.6.4. Resultado de torres

4.6.6.4.1. Momentos

Se obtienen un resumen de los momentos de cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), en la Torre 01.

Tabla 118

Momentos (Mx) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP

Barra	Mx (tfm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	43.16	24.92	38.04	31.91	46.5	56.16
6	-1	-7.3	-2.77	-4.75	-1.74	41.47
7	-9.12	-7.43	-8.65	-8.01	-10.16	28.8
8	0	0.01	0.01	-0.03	0	-51.17

Mx (tfm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
21	-43.15	-24.92	-38.05	-31.89	-46.5	-43.98
22	1.01	7.27	2.76	4.81	1.74	38.85
23	9.12	7.4	8.63	8.07	10.16	48.36
24	0	0.01	0.01	-0.03	0	-51.17
37	-288.6	-223.93	-270.43	-247.88	-317.02	-348.77

Nota: Elaboración propia

Tabla 119

Momentos (My) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP

My (tfm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	-243.61	-609.91	-345.99	-462.99	-313.71	-129.09
6	555.39	84.68	423.59	268.25	572.81	780.96
7	128.18	1.83	92.82	51.35	132.95	201.58
8	-105.18	-117.45	-108.6	-112.61	-105.19	-122.3
21	-243.64	-609.9	-346.01	-463.06	-313.74	-88.83
22	555.4	84.72	423.62	268.21	572.82	682.49
23	128.18	1.82	92.82	51.34	132.95	149.1
24	-105.18	-117.45	-108.59	-112.63	-105.19	-79.03
37	-28.02	-81.43	-42.78	-61.94	-28.13	-1.62

Nota: Elaboración propia

Tabla 120

Momentos (Mz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP

Mz (tfm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	18.86	43.13	25.54	34.79	18.9	-18.24
6	-38.66	-33.63	-37.27	-35.49	-38.63	-21.93
7	3.99	12.21	6.28	8.95	3.99	-20.66
8	-9.12	-7.43	-8.65	-8.01	-10.16	28.8
21	-18.85	-43.1	-25.52	-34.79	-18.89	-37.37
22	38.66	33.63	37.27	35.48	38.63	59.14
23	-3.99	-12.21	-6.29	-8.94	-3.99	-22.61
24	9.12	7.4	8.63	8.07	10.16	48.36
37	62.71	46.34	58.12	52.43	68.59	37.11

Nota: Elaboración propia

Se obtienen un resumen de los momentos de cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), en la Torre 02.

Tabla 121

Momentos (Mx) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP

Mx (tfm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	-32.88	-14.65	-27.77	-21.62	-29.54	-45.86
39	5.39	11.66	7.14	9.2	4.66	-37.05
40	8.41	6.69	7.93	7.36	7.37	-29.45
41	0	0.01	0.01	-0.03	0	51.16
54	32.88	14.64	27.77	21.63	29.54	33.72
55	-5.39	-11.7	-7.16	-9.15	-4.66	-43.19
56	-8.41	-6.72	-7.94	-7.3	-7.37	-47.61
57	0	0.01	0.01	-0.03	0	51.16
70	259.36	194.73	241.21	218.62	230.93	319.45

Nota: Elaboración propia

Tabla 122

Momentos (My) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP

My (tfm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	-508.78	-875.03	-611.14	-728.19	-438.68	-394.29
39	260.57	-210.09	128.8	-26.6	243.15	486
40	47.55	-78.97	12.12	-29.41	42.78	121.23
41	-105.92	-118.19	-109.34	-113.37	-105.91	-123.1
54	-508.77	-875.07	-611.15	-728.14	-438.67	-353.94
55	260.57	-210.12	128.78	-26.55	243.14	387.71
56	47.55	-78.97	12.12	-29.41	42.78	68.57
57	-105.92	-118.2	-109.34	-113.36	-105.91	-79.7
70	-29.07	-82.48	-43.84	-63.01	-28.96	-2.75

Nota: Elaboración propia

Tabla 123

Momentos (Mz) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP

Mz (tfm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	-19.49	-43.74	-26.16	-35.43	-19.45	17.47
39	38.86	33.83	37.47	35.69	38.89	22.09
40	-4.73	-12.96	-7.03	-9.69	-4.74	19.99

Mz (tfm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
41	8.41	6.69	7.93	7.36	7.37	-29.45
54	19.5	43.77	26.18	35.44	19.47	37.87
55	-38.86	-33.83	-37.47	-35.7	-38.89	-59.38
56	4.73	12.95	7.02	9.7	4.74	23.41
57	-8.41	-6.72	-7.94	-7.3	-7.37	-47.61
70	-54.76	-38.37	-50.16	-44.52	-48.88	-29.17

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de momentos de las combinaciones de cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la Torre 01.

Tabla 124

Momentos (Mx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP

Mx (tfm)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
3	-17.66	22.11	15.94	23.82
6	-25.3	44.08	-1.02	-10.36
7	-4.67	46.67	4.22	-8.34
8	-0.02	-70.61	-15.11	-0.03
21	17.67	-5.63	-12.42	-23.8
22	25.34	66.43	24.66	10.42
23	4.7	59.46	18.48	8.41
24	-0.02	-70.61	-15.11	-0.03
37	-102.32	-234.21	-212.63	-243.97

Nota: Elaboración propia

Tabla 125

Momentos (My) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP

My (tfm)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
3	-1707.68	-866.13	-966.78	-830.61
6	-1136.13	-135	-245.52	-43.45
7	-326.96	-39.57	-82.88	-32.2
8	-169.06	-174.12	-133.48	-121.48
21	-1707.68	-807.9	-954.26	-830.67
22	-1136.17	-271.39	-274.71	-43.5
23	-326.99	-112.3	-98.45	-32.21

My (tfm)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
24	-169.06	-113.3	-120.45	-121.49
37	-239.62	-117.36	-122.36	-101.24

Nota: Elaboración propia

Tabla 126

Momentos (Mz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP

Mz (tfm)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
3	116.37	25.01	54.7	52.84
6	-24.37	-8.9	-24	-31.78
7	26.19	-21.13	12.03	14.86
8	-4.67	46.67	4.22	-8.34
21	-116.35	-102.39	-71.26	-52.83
22	24.37	61.14	35.2	31.77
23	-26.18	-39.68	-25.06	-14.85
24	4.7	59.46	18.48	8.41
37	13.18	-7.48	30.1	49.46

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de momentos de las combinaciones de cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la Torre 02.

Tabla 127

Momentos (Mx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP

Mx (tfm)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
38	39.64	-11.83	1.02	-3.5
39	27.15	-39.68	3.96	12.6
40	0.35	-47.37	-7	4.57
41	-0.02	70.6	15.09	-0.03
54	-39.63	-4.65	-4.53	3.52
55	-27.12	-70.81	-27.56	-12.54
56	-0.31	-58.74	-15.67	-4.51
57	-0.02	70.6	15.09	-0.03
70	-26.41	204.98	126.55	129.45

Nota: Elaboración propia

Tabla 128*Momentos (My) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

My (tfm)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
38	-1727.53	-1131.28	-1091.76	-885.55
39	-1492.02	-429.81	-575.21	-390.62
40	-424.53	-120.35	-173.28	-127.36
41	-169.78	-174.88	-134.22	-122.21
54	-1727.55	-1073.04	-1079.23	-885.51
55	-1491.97	-566.19	-604.37	-390.56
56	-424.5	-193.08	-188.82	-127.35
57	-169.78	-114.04	-121.18	-122.2
70	-240.29	-118.43	-123.2	-101.98

*Nota: Elaboración propia***Tabla 129***Momentos (Mz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

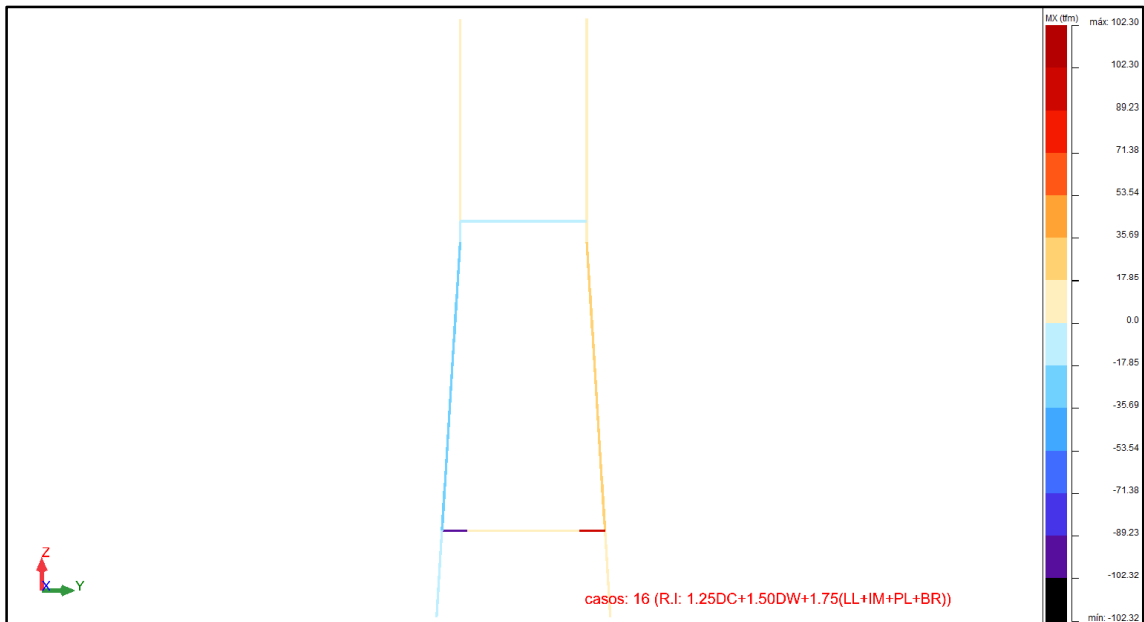
Mz (tfm)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
38	-116.86	-25.66	-55.26	-53.36
39	24.66	9.1	24.25	32.05
40	-26.95	20.4	-12.78	-15.61
41	0.35	-47.37	-7	4.57
54	116.89	103.03	71.85	53.38
55	-24.66	-61.35	-35.46	-32.06
56	26.95	40.44	25.82	15.62
57	-0.31	-58.74	-15.67	-4.51
70	15.3	15.42	-10.42	-23.93

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR), se tiene la siguiente gráfica de momento (Mx), de la torre:

Figura 176

Momento (M_x) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP

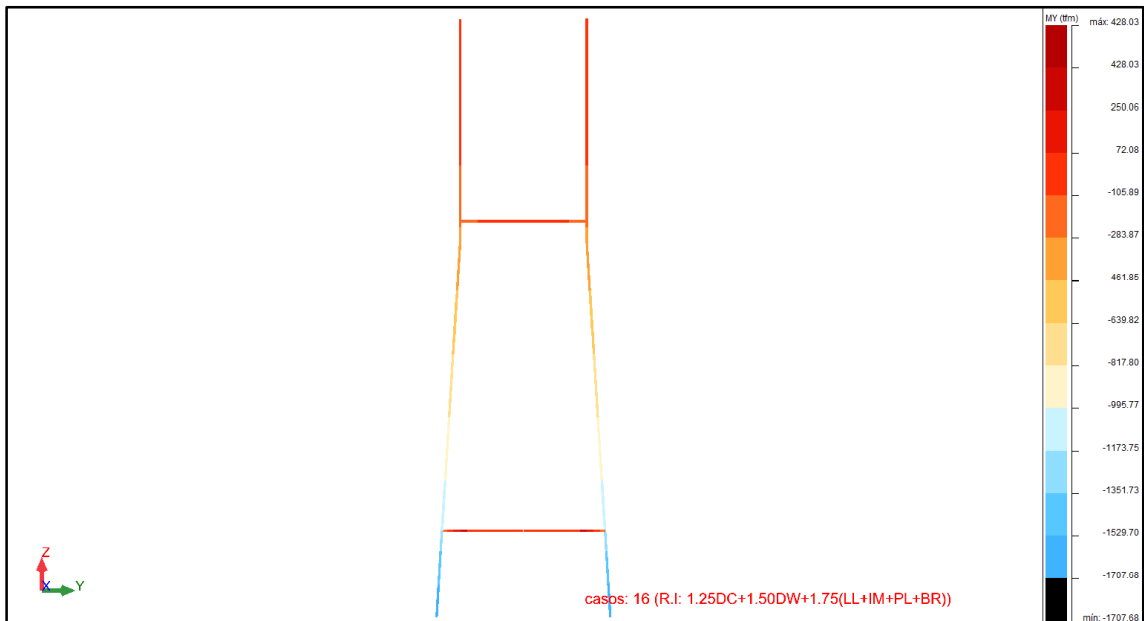


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de momento en Y (M_y), de la torre:

Figura 177

Momento (M_y) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP

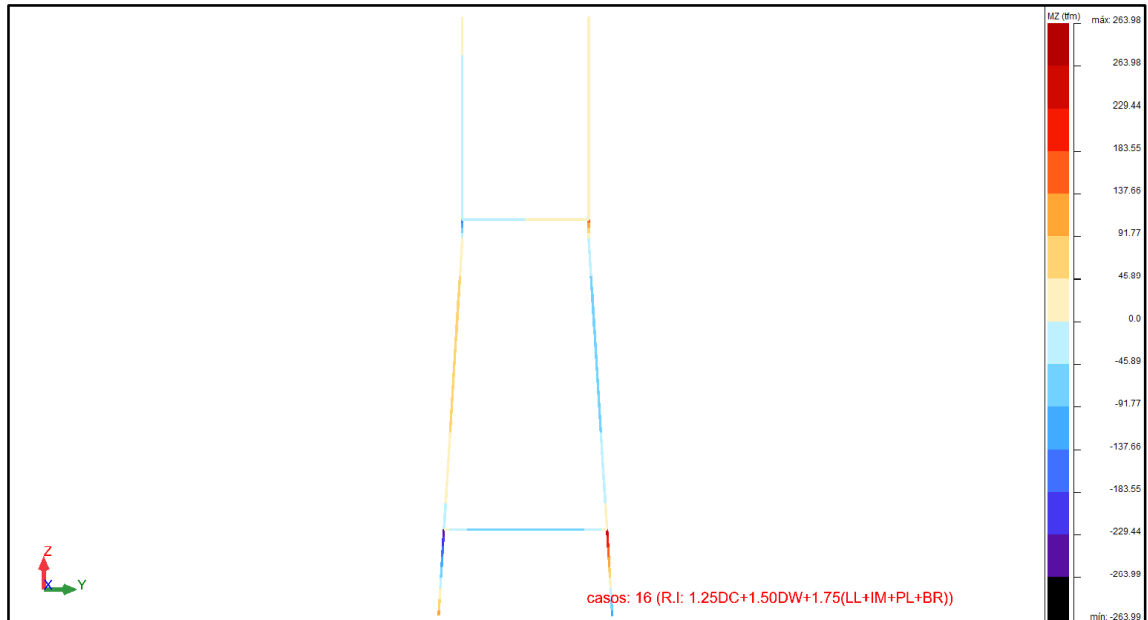


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de momento en Z (Mz), de la torre:

Figura 178

Momento (Mz) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.6.4.2. Esfuerzos

Se obtienen un resumen de los esfuerzos de cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las Torre 01.

Tabla 130

Esfuerzo (Fx) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP

Barra	Fx (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	1278.71	1523.56	1346.9	1426.85	1278.7	1147.19
6	1117.05	1300.4	1168.13	1227.88	1117.05	1023.75
7	867.97	1050.96	918.95	978.58	867.97	774.75
8	61	72.45	64.19	67.93	61	56.79
21	1278.7	1523.56	1346.9	1426.83	1278.69	1230.23
22	1117.05	1300.4	1168.13	1227.87	1117.05	1075.57
23	867.97	1050.97	918.95	978.57	867.97	826.68
24	61	72.45	64.19	67.93	61	56.79
37	27.9	41.55	31.67	36.53	27.91	13.04

Nota: Elaboración propia

Tabla 131*Esfuerzo (Fy) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

Fy (tf)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	9.15	19	11.87	15.48	9.17	-1.73
6	-9.55	-9.68	-9.59	-9.62	-9.55	-7.86
7	61	72.45	64.19	67.92	61	56.79
8	0	0	0	0.01	0	7.14
21	-9.15	-18.99	-11.86	-15.48	-9.16	-12.57
22	9.55	9.68	9.59	9.62	9.55	11.14
23	-61	-72.45	-64.19	-67.92	-61	-56.79
24	0	0	0	0.01	0	7.14
37	86.15	66.85	80.73	73.99	94.63	99.59

*Nota: Elaboración propia***Tabla 132***Esfuerzo (Fz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

Fz (tf)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	68.76	63.49	67.27	65.17	76.73	75.89
6	-17.39	-3.36	-13.46	-8.82	-17.9	-23.69
7	-17.39	-3.36	-13.46	-8.82	-17.9	-23.69
8	40.44	40.44	40.44	40.43	40.44	44.44
21	68.76	63.49	67.27	65.17	76.73	66.04
22	-17.39	-3.36	-13.46	-8.82	-17.9	-21.62
23	-17.39	-3.36	-13.46	-8.82	-17.9	-21.62
24	40.44	40.43	40.43	40.44	40.44	36.43
37	82.71	143.48	99.62	119.55	82.69	45.34

Nota: Elaboración propia

Se obtienen un resumen de los esfuerzos de cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las Torre 02.

Tabla 133*Esfuerzo (Fx) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

Fx (tf)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	1295.51	1540.49	1363.77	1443.74	1295.52	1163.81
39	1130.77	1314.23	1181.9	1241.67	1130.77	1037.31
40	881.67	1064.77	932.69	992.35	881.66	788.29

Fx (tf)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
41	61.83	73.28	65.02	68.76	61.83	57.61
54	1295.52	1540.5	1363.77	1443.76	1295.53	1246.97
55	1130.77	1314.22	1181.89	1241.68	1130.77	1089.27
56	881.67	1064.76	932.69	992.36	881.66	840.34
57	61.83	73.28	65.02	68.76	61.83	57.61
70	28.37	42.03	32.15	37.01	28.36	13.54

Nota: Elaboración propia

Tabla 134

Esfuerzo (Fy) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP

Fy (tf)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	-9.4	-19.25	-12.12	-15.74	-9.39	1.45
39	9.59	9.72	9.62	9.66	9.59	7.9
40	-61.83	-73.28	-65.02	-68.76	-61.83	-57.61
41	0	0	0	0.01	0	-7.14
54	9.41	19.26	12.13	15.74	9.39	12.8
55	-9.59	-9.72	-9.62	-9.66	-9.59	-11.18
56	61.83	73.28	65.02	68.76	61.83	57.61
57	0	0	0	0.01	0	-7.14
70	-77.42	-58.12	-72	-65.27	-68.94	-90.84

Nota: Elaboración propia

Tabla 135

Esfuerzo (Fz) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP

Fz (tf)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	68.76	63.49	67.27	65.17	60.79	75.9
39	-8.66	5.36	-4.73	-0.09	-8.15	-14.94
40	-8.66	5.36	-4.73	-0.09	-8.15	-14.94
41	40.44	40.43	40.43	40.44	40.44	44.45
54	68.76	63.49	67.27	65.17	60.79	66.04
55	-8.66	5.37	-4.73	-0.1	-8.15	-12.88
56	-8.66	5.37	-4.73	-0.1	-8.15	-12.88
57	40.44	40.44	40.44	40.43	40.44	36.42
70	85.76	146.56	102.69	122.62	85.77	48.38

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos (FX, FY y FZ) de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la Torre 01.

Tabla 136

Esfuerzo (Fx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP

Fx (tf)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
3	2338.29	1774.95	1700.53	1603.31
6	1914.74	1500.31	1434.36	1359.98
7	1602.35	1188.59	1184.63	1110.42
8	109.1	85.48	81.31	76.18
21	2338.27	1891.41	1725.48	1603.29
22	1914.73	1573.1	1449.96	1359.97
23	1602.34	1261.52	1200.27	1110.41
24	109.1	85.48	81.31	76.18
37	85.19	42.65	49.54	46.54

Nota: Elaboración propia

Tabla 137

Esfuerzo (Fy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP

Fy (tf)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
3	48.52	17.45	24.81	22.75
6	-11.82	-9.27	-9.28	-9.71
7	109.09	85.48	81.3	76.18
8	0	9.83	2.1	0.01
21	-48.51	-37.39	-29.08	-22.75
22	11.82	13.87	10.27	9.71
23	-109.09	-85.48	-81.3	-76.18
24	0	9.83	2.1	0.01
37	30.54	63.74	62.15	72.82

Nota: Elaboración propia

Tabla 138

Esfuerzo (Fz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP

Fz (tf)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
3	63.54	67.51	68.77	73.3
6	33	3.77	6.62	0.48
7	33	3.77	6.62	0.48

Fz (tf)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
8	50.54	56.18	41.64	40.43
21	63.54	53.58	65.79	73.31
22	33	6.64	7.24	0.48
23	33	6.64	7.24	0.48
24	50.54	44.91	39.23	40.44
37	322.15	175.6	186.06	163.37

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos (FX, FY y FZ) de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la Torre 02.

Tabla 139

Esfuerzo (Fx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP

Fx (tf)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
38	2355.25	1791.86	1717.49	1620.26
39	1928.56	1514.12	1448.19	1373.78
40	1616.15	1202.37	1198.44	1124.2
41	109.93	86.32	82.14	77.01
54	2355.27	1908.36	1742.46	1620.27
55	1928.57	1586.93	1463.8	1373.79
56	1616.15	1275.33	1214.08	1124.22
57	109.93	86.32	82.14	77.01
70	85.61	43.13	49.99	46.98

Nota: Elaboración propia

Tabla 140

Esfuerzo (Fy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP

Fy (tf)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
38	-48.71	-17.71	-25.04	-22.96
39	11.87	9.3	9.32	9.75
40	-109.92	-86.31	-82.14	-77.01
41	0	-9.83	-2.1	0.01
54	48.72	37.65	29.31	22.96
55	-11.87	-13.91	-10.31	-9.75
56	109.92	86.31	82.14	77.01

Fy (tf)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
57	0	-9.83	-2.1	0.01
70	7.88	-55.02	-36.46	-38.65

Nota: Elaboración propia

Tabla 141

Esfuerzo (Fz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP

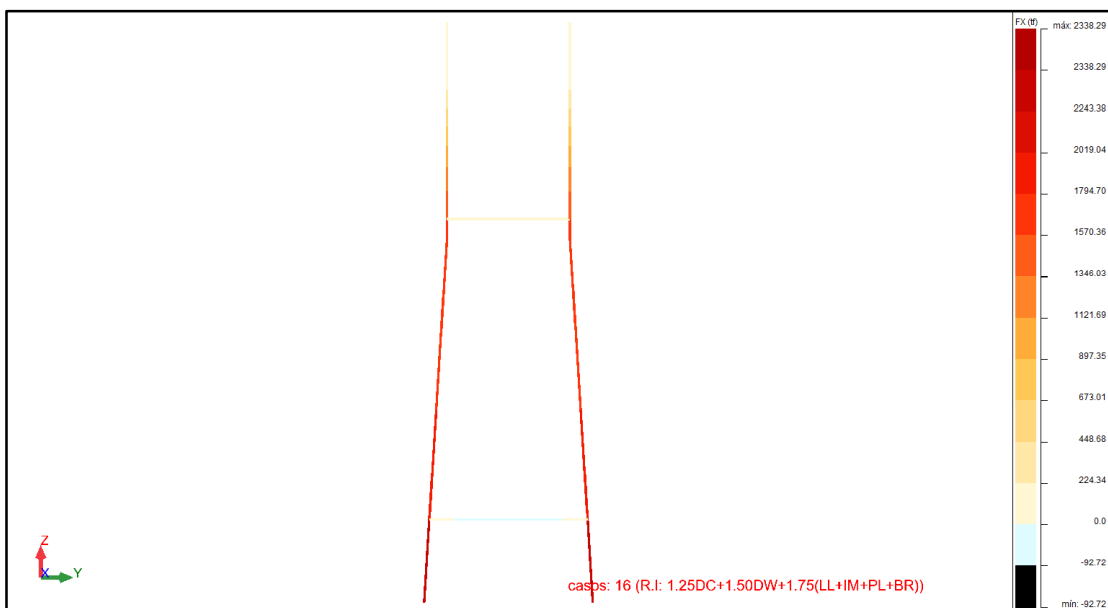
Fz (tf)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
38	35.64	67.52	52.83	49.39
39	43.52	12.49	16.37	10.75
40	43.52	12.49	16.37	10.75
41	50.54	56.18	41.64	40.44
54	35.64	53.58	49.84	49.39
55	43.52	15.37	16.98	10.74
56	43.52	15.37	16.98	10.74
57	50.54	44.91	39.23	40.43
70	325.27	178.67	189.17	166.49

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de esfuerzo en X (Fx), de la torre:

Figura 179

Esfuerzo (Fx) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP

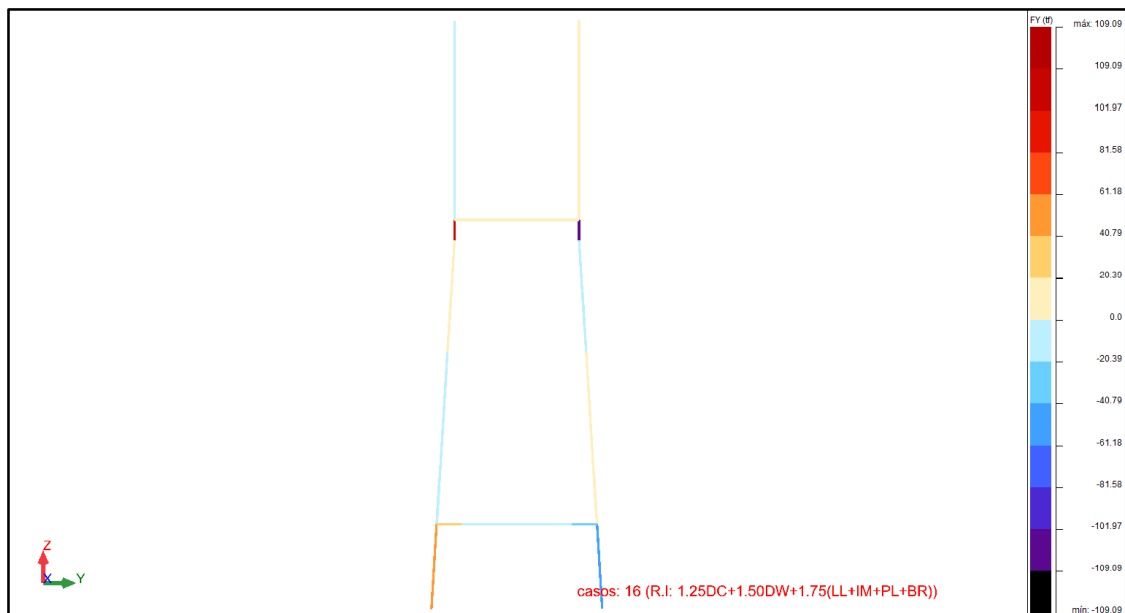


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)$), se tiene la siguiente gráfica de esfuerzo en Y (F_y), de la torre:

Figura 180

Esfuerzo (F_y) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP

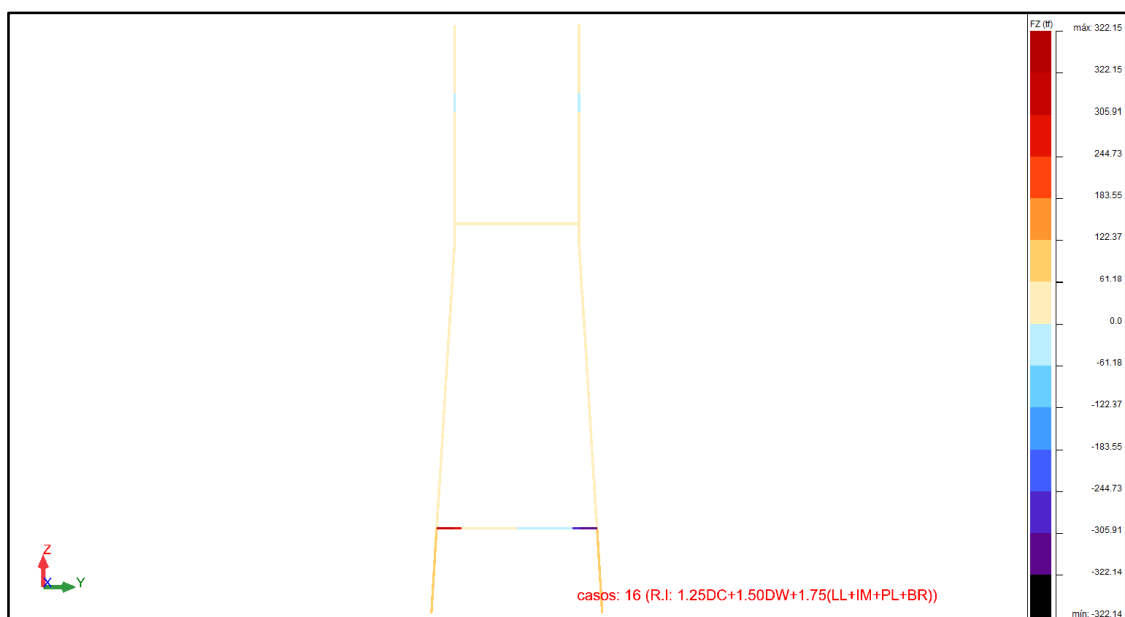


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)$), se tiene la siguiente gráfica de esfuerzo en Z (F_z), de la torre:

Figura 181

Esfuerzo (F_z) del Caso 16 en la Torre – Losa sin CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.6.4.3. Deformaciones

Se obtienen un resumen de las deformaciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la torre 01.

Tabla 142

Deformación (Ux) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP

Ux (mm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	0	0	0	0	0	0
6	-1.0566	-1.0566	-0.9308	-0.9877	-0.8822	-0.7885
7	-3.9826	-3.9826	-3.5273	-3.7331	-3.3515	-3.0057
8	0.0541	0.0541	0.048	0.0509	0.0456	-0.2503
21	0	0	0	0	0	0
22	-1.0566	-1.0566	-0.9308	-0.9877	-0.8822	-0.8477
23	-3.9826	-3.9826	-3.5273	-3.733	-3.3515	-3.2332
24	0.0543	0.0543	0.0481	0.0507	0.0457	0.3353
37	-0.0182	-0.0182	-0.0155	-0.0181	-0.0145	0.0328

Nota: Elaboración propia

Tabla 143

Deformación (Uy) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP

Uy (mm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	0	0	0	0	0	0
6	0.0412	0.0486	0.0434	0.0444	0.0413	0.0827
7	0.1216	0.1612	0.1326	0.1458	0.1216	-0.2083
8	14.8177	-6.2983	8.9082	1.9991	14.3872	24.1302
21	0	0	0	0	0	0
22	-0.0413	-0.0487	-0.0434	-0.0444	-0.0413	0.0048
23	-0.1217	-0.1615	-0.1328	-0.1456	-0.1217	-0.4224
24	-14.8176	6.2971	-8.9087	-1.9969	-14.3871	-21.2467
37	-0.1874	-1.1871	-0.4669	-0.789	-0.3193	0.1615

Nota: Elaboración propia

Tabla 144

Deformación (Uz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP

Uz (mm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	0	0	0	0	0	0
6	-0.1874	-1.1871	-0.4669	-0.789	-0.3193	-0.3193

Uz (mm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
7	13.1908	-6.0159	7.8157	1.5328	12.7602	12.7602
8	-3.5062	-4.1703	-3.6912	-3.9077	-3.5062	-3.5062
21	0	0	0	0	0	0
22	-0.1874	-1.1871	-0.4669	-0.7891	-0.3194	-0.3194
23	13.1907	-6.0148	7.8161	1.5309	12.7601	12.7601
24	-3.5062	-4.1703	-3.6912	-3.9077	-3.5062	-3.5062
37	-0.8831	-1.0575	-0.9317	-0.9885	-0.8831	-0.8831

Nota: Elaboración propia

Se obtienen un resumen de las deformaciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la torre 02.

Tabla 145

Deformación (Ux) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP

Ux (mm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	0	0	0	0	0	0
39	-0.8942	-1.0686	-0.9428	-0.9997	-0.8942	-0.8004
40	-3.3976	-4.0291	-3.5735	-3.7794	-3.3976	-3.0512
41	0.0463	0.055	0.0487	0.0514	0.0463	-0.2517
54	0	0	0	0	0	0
55	-0.8942	-1.0686	-0.9428	-0.9998	-0.8942	-0.8597
56	-3.3976	-4.029	-3.5735	-3.7794	-3.3976	-3.2794
57	0.0462	0.0547	0.0486	0.0515	0.0462	0.3379
70	-0.0151	-0.0187	-0.016	-0.0186	-0.0151	0.0319

Nota: Elaboración propia

Tabla 146

Deformación (Uy) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP

Uy (mm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	0	0	0	0	0	0
39	-0.0415	-0.0489	-0.0436	-0.0446	-0.0414	-0.0826
40	-0.1242	-0.164	-0.1353	-0.1481	-0.1241	0.2079
41	-1.0527	20.0636	4.8568	11.7691	-1.4832	-10.3647
54	0	0	0	0	0	0
55	0.0414	0.0488	0.0436	0.0446	0.0414	-0.0042

Uy (mm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
56	0.1241	0.1637	0.1351	0.1483	0.1241	0.4269
57	1.0527	-20.0649	-4.8573	-11.767	1.4832	7.4847
70	0.8858	1.8855	1.1654	1.4876	0.7539	0.5371

Nota: Elaboración propia

Tabla 147

Deformación (Uz) de las Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP

Uz (mm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	0	0	0	0	0	0
39	-0.8858	-1.8855	-1.1654	-1.4876	-0.7539	-0.5371
40	0.6557	-18.551	-4.7193	-11.005	1.0863	9.0565
41	-3.5548	-4.2193	-3.7399	-3.9565	-3.5548	-3.1916
54	0	0	0	0	0	0
55	-0.8858	-1.8856	-1.1654	-1.4875	-0.7539	-0.4959
56	0.6558	-18.5522	-4.7198	-11.0031	1.0863	6.5729
57	-3.5548	-4.2192	-3.7399	-3.9566	-3.5548	-3.4291
70	-0.895	-1.0696	-0.9437	-1.0006	-0.895	-0.804

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de las deformaciones (UX, UY y UZ) de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la torre 01.

Tabla 148

Deformación (Ux) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP

Ux (mm)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
3	0	0	0	0
6	-1.6297	-1.2285	-1.1826	-1.1134
7	-6.0083	-4.547	-4.4364	-4.1878
8	0.0816	-0.3495	-0.0279	0.0571
21	0	0	0	0
22	-1.6296	-1.3115	-1.2004	-1.1134
23	-6.0083	-4.8667	-4.5049	-4.1878
24	0.0817	0.4775	0.1496	0.0569
37	-0.0308	0.0426	-0.0086	-0.0212

Nota: Elaboración propia

Tabla 149*Deformación (Uy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

Uy (mm)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
3	0	0	0	0
6	0.0723	0.1204	0.0662	0.0492
7	0.2726	-0.2546	0.0967	0.1745
8	-63.2225	-17.2822	-22.5349	-13.7962
21	0	0	0	0
22	-0.0723	0.0008	-0.0403	-0.0492
23	-0.2726	-0.6357	-0.2877	-0.1743
24	63.2239	21.2459	23.3825	13.7986
37	-4.0786	-1.8355	-2.0923	-1.7036

*Nota: Elaboración propia***Tabla 150***Deformación (Uz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa sin CFRP*

Uz (mm)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
3	0	0	0	0
6	-4.0786	-1.8355	-2.0923	-1.7036
7	-57.8604	-16.1018	-20.8429	-12.8926
8	-6.295	-4.7591	-4.6482	-4.3862
21	0	0	0	0
22	-4.0786	-1.7741	-2.079	-1.7038
23	-57.8616	-19.5185	-21.5735	-12.8947
24	-6.2949	-5.0919	-4.7195	-4.3862
37	-1.631	-1.2336	-1.1844	-1.1143

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de las deformaciones (UX, UY y UZ) de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la torre 02.

Tabla 151*Deformación (Ux) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP*

Ux (mm)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
38	0	0	0	0
39	-1.6417	-1.2405	-1.1947	-1.1254
40	-6.0548	-4.5934	-4.4829	-4.2342

Ux (mm)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
41	0.0823	-0.3491	-0.0272	0.0576
54	0	0	0	0
55	-1.6417	-1.3236	-1.2125	-1.1255
56	-6.0548	-4.9132	-4.5515	-4.2343
57	0.0822	0.4783	0.1501	0.0577
70	-0.0314	0.0421	-0.0092	-0.0219

Nota: Elaboración propia

Tabla 152

Deformación (Uy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP

Uy (mm)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
38	0	0	0	0
39	-0.0724	-0.1206	-0.0664	-0.0493
40	-0.275	0.2523	-0.0992	-0.1768
41	75.4872	31.0489	35.443	26.276
54	0	0	0	0
55	0.0723	-0.0006	0.0404	0.0493
56	0.275	0.6384	0.2901	0.1769
57	-75.4859	-35.0122	-36.2895	-26.2737
70	4.3153	2.5339	2.5269	2.0064

Nota: Elaboración propia

Tabla 153

Deformación (Uz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa sin CFRP

Uz (mm)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
38	0	0	0	0
39	-4.3153	-2.5339	-2.5269	-2.0064
40	-68.894	-28.6382	-32.5203	-24.1414
41	-6.3439	-4.808	-4.6972	-4.4351
54	0	0	0	0
55	-4.3153	-2.4726	-2.5136	-2.0063
56	-68.8929	-32.0545	-33.2499	-24.1393
57	-6.3439	-5.1409	-4.7686	-4.4352
70	-1.643	-1.2456	-1.1965	-1.1263

Nota: Elaboración propia

4.6.7. Resultados del Análisis Estructural Reforzada

4.6.7.1. Resultado de losa

4.6.7.1.1. Momentos flectores

Se obtienen un resumen de los momentos flectores de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), después del reforzamiento de la losa.

Tabla 154

Momento Flector (Mxx) - Losa con CFRP.

CASO	Mxx (tfm/m)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	205.15	161.06	190.49	173.28	205.26	226.02
Min	-280.07	-191.25	-258.33	-232.12	-280.08	-331.05

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de momentos flectores máximos y mínimos de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

Tabla 155

Momento Flector (Mxx) de la Combinación de Cargas - Losa con CFRP.

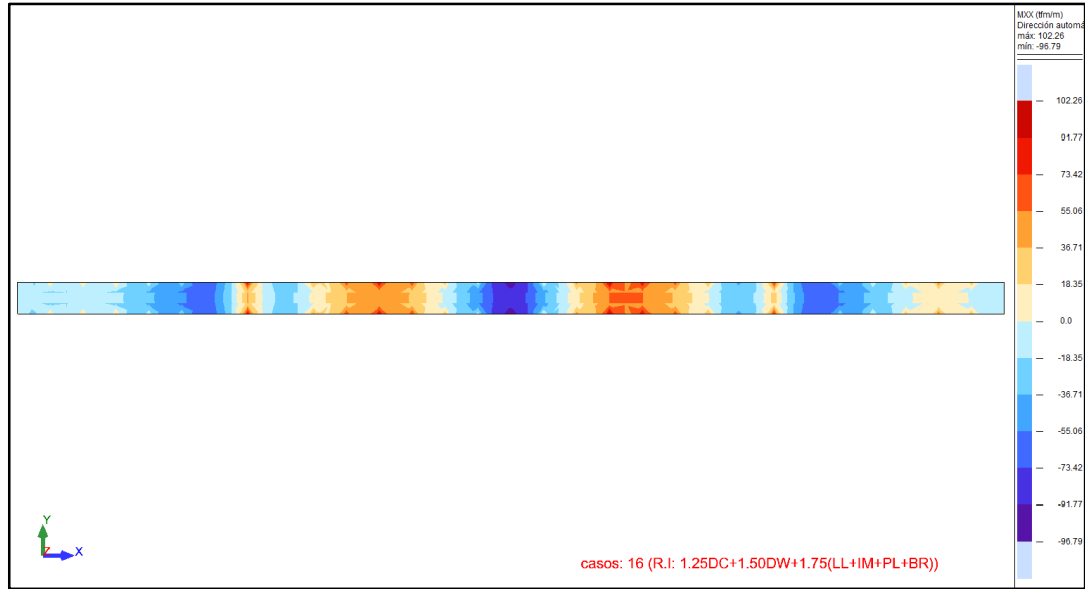
CASO	Mxx (tfm/m)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	102.26	147.3	144.94	157.6
Min	-95.24	-149.56	-142.21	-178.58

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)$, se tiene un momento máximo de 102.26tfm/m y un momento mínimo de -95.24tfm/m.

Figura 182

Momento Flector del Caso 16 – Losa con CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.7.1.2. Esfuerzos cortantes

Se obtienen un resumen de los esfuerzos cortantes de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), después del reforzamiento de la losa.

Tabla 156

Esfuerzo Cortante (Qxx) - Losa con CFRP.

CASO	Qxx (tf/m)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	42.81	40.34	42.24	41.35	42.79	43.71
Min	-43.65	-41.18	-43.09	-42.19	-43.66	-44.55

Nota: Elaboración propia.

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos cortantes máximos y mínimos de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

Tabla 157

Esfuerzo Cortante (Qxx) de la Combinación de Cargas - Losa con CFRP.

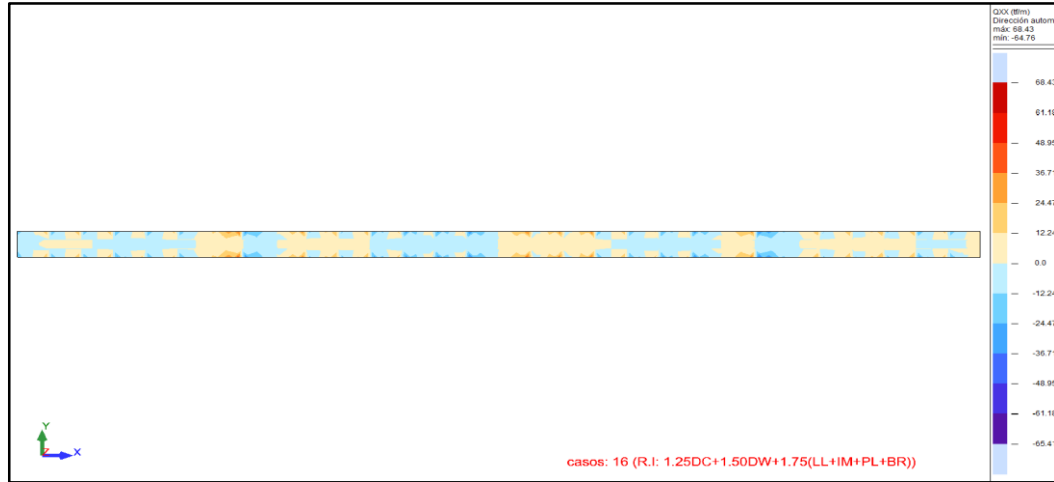
CASO	Qxx (tf/m)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	42.91	38.85	38.58	39.75
Min	-42.06	-39.69	-39.44	-40.63

Nota: Elaboración propia.

Para el caso 16 de combinación R.I: $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)$, se tiene el esfuerzo cortante máximo de 42.91tf/m y el esfuerzo cortante mínimo de -42.06tf/m.

Figura 183

Esfuerzo Cortante del Caso 16 – Losa con CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.7.1.3. Fuerzas en losa

A. Fuerza a compresión de las cargas

Se obtienen un resumen de las fuerzas a compresión de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), después del reforzamiento de la losa.

Tabla 158

Fuerza a Compresión (Sxx) - Losa con CFRP.

Sxx (tf/m2)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	24497.47	18978.14	22713.78	20620.3	24503.26	26872.15
Min	-34148.48	-23608.58	-31577.7	-28469.67	-34153.57	-40077.85

Nota: Elaboración propia.

B. Fuerza a compresión de las combinaciones de cargas

Se obtuvieron los resultados de las fuerzas a compresión máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

Tabla 159

Fuerza a Compresión (Sxx) de la Combinación de Cargas - Losa con CFRP.

Sxx (tf/m2)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	11612.84	17083.34	16917.91	18534.7

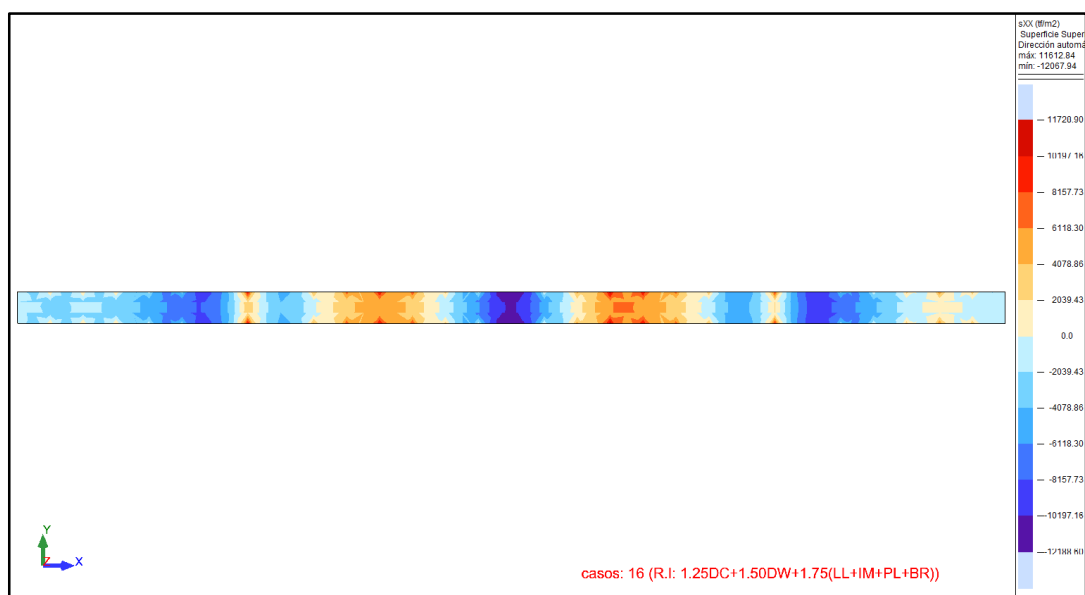
Sxx (tf/m ²)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Min	-11873.45	-18437.81	-17626.54	-22112.11

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR), se tiene la fuerza a compresión máxima de 11612.84tf/m² y la fuerza a compresión mínima de -11873.45tf/m².

Figura 184

Fuerza a Compresión del Caso 16 – Losa con CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

C. Fuerza a tracción de las cargas

Se obtienen un resumen de las fuerzas a tracción de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), después del reforzamiento de la losa.

Tabla 160

Cuadro Fuerza a Tracción (Sxx) - Losa con CFRP.

Sxx (tf/m ²)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	32243.7	21725.26	29656.57	26559.19	32241.27	38393
Min	-24131.92	-19198.41	-22439.58	-20516.47	-24151.05	-26703.29

Nota: Elaboración propia

D. Fuerza a tracción de las combinaciones de cargas

Se obtuvieron los resultados de las fuerzas a tracción máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

Tabla 161

Fuerzas a Tracción (Sxx) de la Combinación de Cargas - Losa con CFRP.

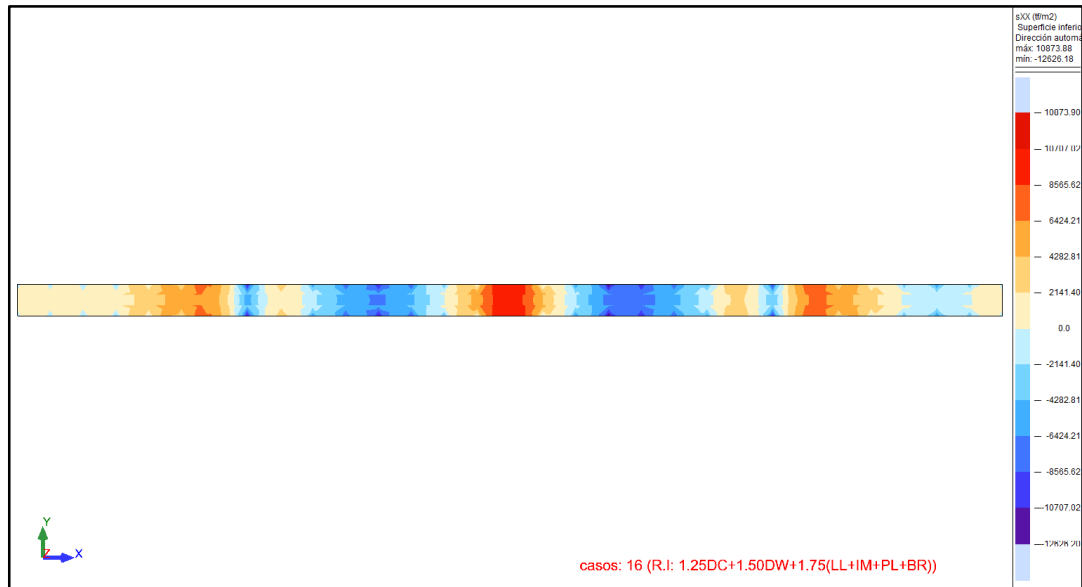
CASO	Sxx (tf/m ²)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	10702.1	17014.33	16081.85	20218.43
Min	-12626.18	-17835.86	-17439.7	-18823.89

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR), se tiene la fuerza a tracción máxima de 10702.10tf/m² y la fuerza a tracción mínima de -12626.18tf/m².

Figura 185

Fuerza a Tracción del Caso 16 – Losa con CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.7.1.4. Reacciones

Reacciones en las cargas

Se obtienen las reacciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), en los siguientes cuadros, después del reforzamiento de losa.

Tabla 162*Reacciones de Peso Propio (DC) - Losa con CFRP.*

Nudo	DC					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-27.97	72.64	1283.94	34.24	-299.67	28.34
26	-27.97	-72.62	1283.92	-34.33	-299.66	-28.34
49	27.97	72.71	1305.42	38.27	-254.99	-14.93
73	27.97	-72.73	1305.44	-38.17	-254.98	14.93
100	0	60.09	-54	0	0	0
101	0	62.56	-69.17	0	0	0
102	0	-60.1	-54.01	0	0	0
103	0	-62.55	-69.17	0	0	0

*Nota: Elaboración propia***Tabla 163***Reacciones de Carga Muerta (DW) - Losa con CFRP.*

Nudo	DW					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	25.36	105.28	1560.31	-7.84	-270.83	-13.24
26	25.36	-105.26	1560.3	7.74	-270.82	13.23
49	-25.36	105.36	1581.86	-3.82	-284.51	26.67
73	-25.36	-105.38	1581.87	3.94	-284.5	-26.67
100	0	75.55	-57.33	0	0	0
101	0	78.03	-72.53	0	0	0
102	0	-75.56	-57.33	0	0	0
103	0	-78.01	-72.54	0	0	0

*Nota: Elaboración propia***Tabla 164***Reacciones de Carga Peatonal (PL) - Losa con CFRP.*

Nudo	PL					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-15.09	80.49	1350.61	24.2	-292.72	18.3
26	-15.09	-80.47	1350.6	-24.29	-292.71	-18.3
49	15.09	80.56	1372.12	28.22	-262.13	-4.88
73	15.09	-80.58	1372.13	-28.12	-262.12	4.88
100	0	64.1	-54.8	0	0	0
101	0	66.58	-69.98	0	0	0

Nudo	PL					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
102	0	-60	0	0		
103	0	-66.56	-69.98	0	0	0

Nota: Elaboración propia

Tabla 165

Reacciones de Carga Vehicular (LL) - Losa con CFRP.

Nudo	LL					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	0.09	90.02	1428.69	11.1	-284.51	6.46
26	0.1	-89.99	1428.68	-11.21	-284.51	-6.46
49	-0.1	90.09	1450.22	15.13	-270.53	6.97
73	-0.09	-90.11	1450.24	-15.02	-270.52	-6.97
100	0	65.55	-55.67	0	0	0
101	0	68.03	-70.86	0	0	0
102	0	-65.56	-55.67	0	0	0
103	0	-68.01	-70.86	0	0	0

Nota: Elaboración propia

Tabla 166

Reacciones de Fuerza de Frenado (BR) - Losa con CFRP.

Nudo	BR					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-35.94	72.64	1283.99	34.24	-369.57	36.05
26	-35.94	-72.63	1283.98	-34.33	-369.57	-36.05
49	20	72.71	1305.36	38.27	-324.89	-7.23
73	20	-72.73	1305.38	-38.17	-324.88	7.23
100	0	60.12	-54.13	0	0	0
101	0	62.53	-69.04	0	0	0
102	0	-60.13	-54.14	0	0	0
103	0	-62.52	-69.03	0	0	0

Nota: Elaboración propia

Tabla 167*Reacciones de Carga de Viento (WS) - Losa con CFRP.*

Nudo	WS					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	-45.34	52.21	1158.15	76.07	-304.86	44.64
26	-44.79	-72.09	1233.72	-19.98	-312.88	-38.7
49	45.34	52.28	1179.56	80.08	-249.49	-31.23
73	44.79	-72.2	1255.19	-23.83	-241.49	25.3
100	0	53.44	-60.6	0	0	0
101	0	56.56	-75.72	0	0	0
102	0	-57.72	-45.39	0	0	0
103	0	-60.82	-60.54	0	0	0

*Nota: Elaboración propia***Reacciones en las combinaciones de cargas**

Se obtuvieron los resultados de las reacciones de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

Tabla 168*Reacciones del Caso 16 (R.I.) - Losa con CFRP.*

Nudo	CASO 16					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	138.60	195.33	2378.20	-114.59	-323.97	-98.91
26	139	-195	2378	114	-324	99
49	-167	195	2400	-111	-477	139
73	-167	-195	2400	111	-477	-139
100	0.00	107.79	-64.83	0.00	0.00	0.00
101	0	110	-80	0	0	0
102	0	-108	-65	0	0	0
103	0	-110	-80	0	0	0

*Nota: Elaboración propia***Tabla 169***Reacciones del Caso 17 (R.III.) - Losa con CFRP.*

Nudo	CASO 17					
	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	57.12	122.65	1831.6	1.74	-247.66	-34.12
26	57.89	-150.48	1937.47	76.72	-258.93	42.47

CASO 17						
Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
49	-57.12	122.73	1853.11	5.74	-307.86	47.56
73	-57.89	-150.61	1959	72.95	-296.59	-55.9
100	0	81.81	-69.15	0	0	0
101	0	85.18	-84.32	0	0	0
102	0	-87.81	-47.96	0	0	0
103	0	-91.16	-63.16	0	0	0

Nota: Elaboración propia

Tabla 170

Reacciones del Caso 20 (S.I.) - Losa con CFRP.

CASO 20						
Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	1734.13	-28.44	-320.16	-32.46		
26	53.15	-130.31	1756.82	45.15	-322.57	34.24
49	-68.93	124.44	1755.58	-24.42	-375.33	61.3
73	-69.09	-130.44	1778.28	41.38	-372.9	-63.09
100	0	83.07	-61.97	0	0	0
101	0	85.67	-76.91	0	0	0
102	0	-84.36	-57.44	0	0	0
103	0	-86.94	-72.37	0	0	0

Nota: Elaboración propia

Tabla 171

Reacciones del Caso 21 (F.I.) - Losa con CFRP.

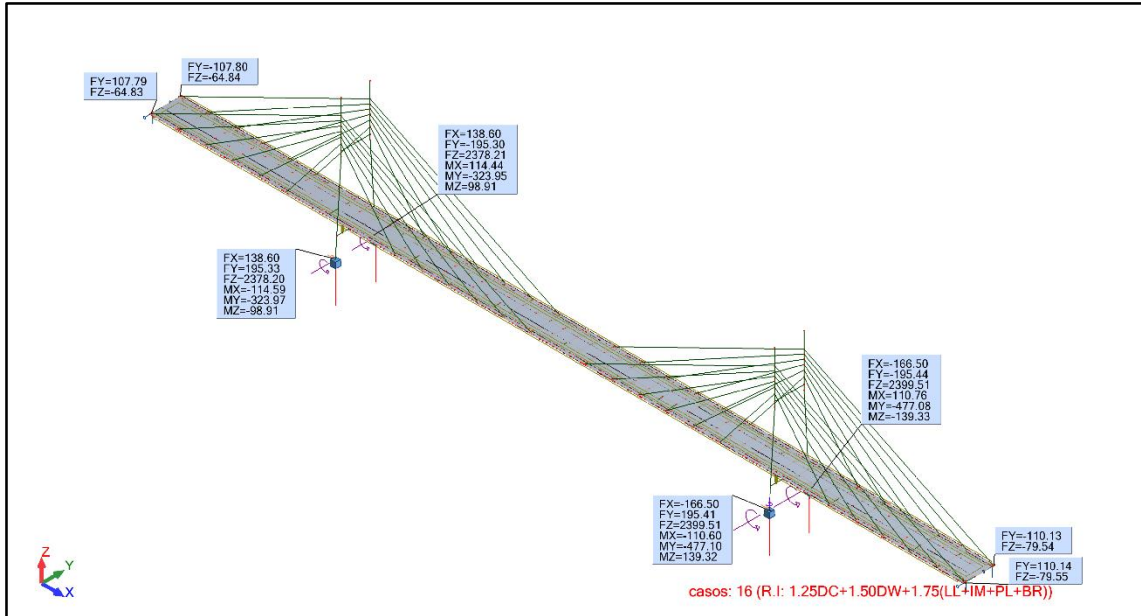
CASO 21						
Nudo	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)
1	21.39	110.47	1601.23	-15.5	-371.35	-7.91
26	21.39	-110.45	1601.21	15.39	-371.34	7.91
49	-45.3	110.54	1622.61	-11.48	-393.76	44.45
73	-45.3	-110.57	1622.62	11.6	-393.75	-44.45
100	0	74.35	-57.95	0	0	0
101	0	76.73	-72.76	0	0	0
102	0	-74.36	-57.96	0	0	0
103	0	-76.71	-72.75	0	0	0

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)$, se tiene la siguiente imagen donde ubican las reacciones.

Figura 186

Reacciones de la Combinación de Carga Caso 16 - Losa con CFRP.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.7.1.5. Deformaciones de losa

Deformaciones de cargas

Se obtienen un resumen de las deformaciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), con el reforzamiento de la losa.

Tabla 172

Deformaciones (UGZ) de las Cargas - Losa con CFRP.

CASO	UGZ (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	463.92	329.90	431.48	393.45	463.92	511.81
Min	-38.65	-32.51	-37.16	-35.43	-38.57	-41.14

Nota: Elaboración propia

Deformaciones de las combinaciones

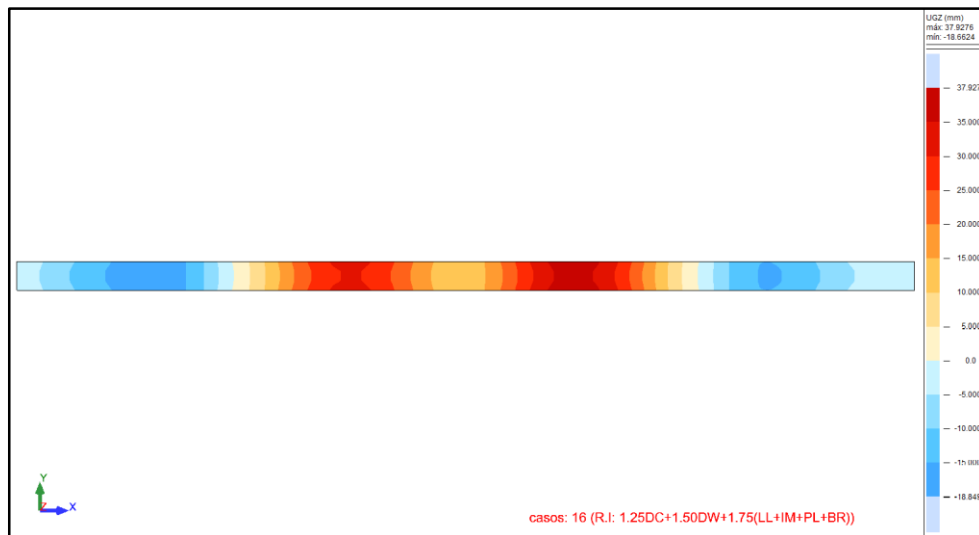
Se obtuvieron los resultados de las deformaciones máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I)

Tabla 173*Deformaciones (UGZ) de las Combinaciones de Cargas - Losa con CFRP.*

UGZ (mm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	37.93	256.17	242.25	310.07
Min	-18.66	-29.61	-28.42	-31.50

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR), se tiene una máxima deformación de 37.93mm y una mínima deformación de -18.66mm.

Figura 187*Deformación del Caso 16 - Losa con CFRP.**Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia*

4.6.7.2. Resultado de vigas

4.6.7.2.1. Momentos flectores

Se obtiene un resumen de los momentos flectores de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la viga longitudinal exterior aguas arriba y aguas abajo.

Tabla 174*Momento (My) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.*

MY (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	262.39	182.49	238.53	215.47	262.41	275.47
Min	-178.65	-142.56	-166.80	-152.82	-178.75	-193.30

Nota: Elaboración propia

Tabla 175*Momento (My) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.*

MY (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	262.39	182.49	238.53	215.47	262.41	311.28
Min	-178.65	-142.56	-166.80	-152.82	-178.75	-195.43

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los momentos máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I) de las vigas longitudinales exteriores aguas arriba y aguas abajo.

Tabla 176*Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.*

MY (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	80.49	143.06	141.55	173.19
Min	-100.66	-128.07	-127.85	-139.45

*Nota: Elaboración propia***Tabla 177***Momento (My) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.*

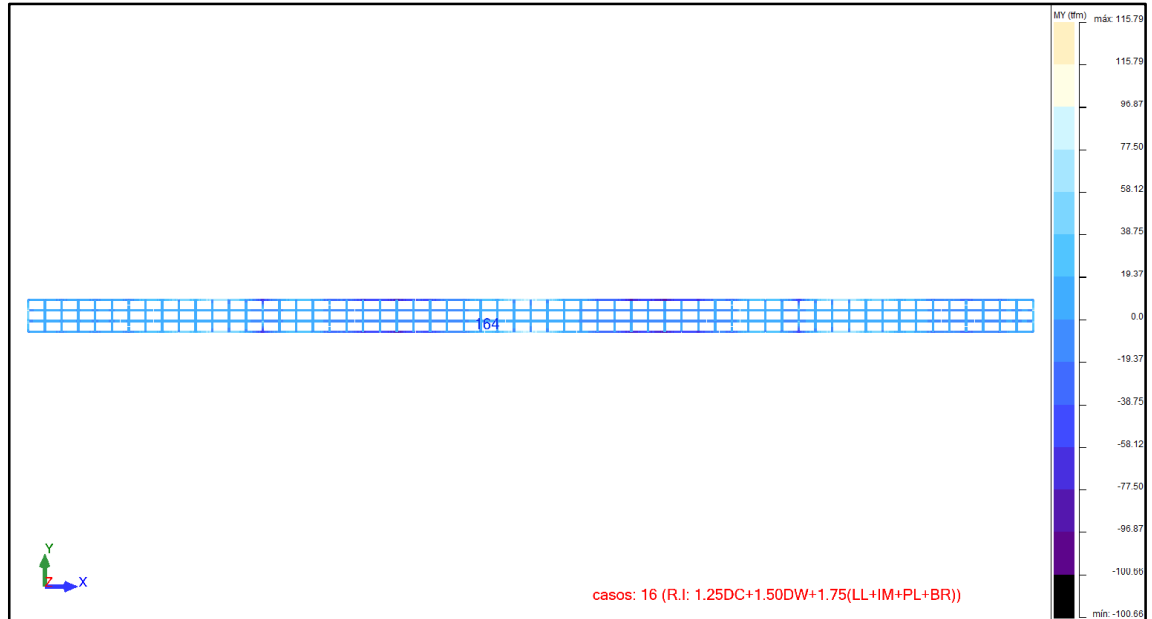
MY (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	150.76	150.76	143.38	173.19
Min	-130.42	-130.42	-128.35	-139.45

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene un momento máximo de 80.49tfm y un momento mínimo de -100.66tfm.

Figura 188

Deformación del Caso 16- Losa con CFRP.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Se obtiene un resumen de los momentos flectores de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas longitudinales intermedias aguas arriba y abajo.

Tabla 178

Momento (My) en las Cargas de la Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP.

MY (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	6.89	4.57	6.33	5.65	6.89	7.54
Min	-5.10	-3.82	-4.74	-4.36	-5.10	-5.57

Nota: Elaboración propia

Tabla 179

Momento (My) en las Cargas de la Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP.

MY (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	6.89	4.57	6.33	5.65	6.89	7.73
Min	-5.10	-3.82	-4.74	-4.36	-5.10	-5.61

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los momentos máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I) de las vigas longitudinales.

Tabla 180

Momento (M_y) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP.

My (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	1.88	3.18	3.19	4.20
Min	-2.06	-3.36	-3.24	-3.68

Nota: Elaboración propia.

Tabla 181

Momento (M_y) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP.

My (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	1.88	3.30	3.22	4.20
Min	-2.06	-3.37	-3.24	-3.68

Nota: Elaboración propia

Se obtiene un resumen de los momentos flectores de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

Tabla 182

Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa con CFRP.

My (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	57.37	72.94	60.88	67.78	57.38	53.50
Min	9.76	10.74	10.22	8.61	9.79	9.48

Nota: Elaboración propia

Tabla 183

Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa con CFRP.

My (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	4.53	5.40	4.64	5.77	4.53	4.14
Min	-0.72	-0.72	-0.71	-0.80	-0.72	-0.78

Nota: Elaboración propia

Tabla 184*Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa con CFRP.*

My (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	61.88	26.99	53.93	39.28	61.87	75.32
Min	-16.16	-7.83	-14.29	-10.64	-16.16	-20.68

*Nota: Elaboración propia***Tabla 185***Momento de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa con CFRP.*

My (tfm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	9.68	7.25	8.99	9.18	9.68	10.28
Min	4.58	2.61	4.12	3.45	4.58	5.17

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los momentos máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), de las vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

Tabla 186*Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa con CFRP.*

My (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	114.60	84.72	85.73	78.28
Min	9.63	10.86	10.11	8.66

*Nota: Elaboración propia***Tabla 187***Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa con CFRP.*

My (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	8.89	5.99	6.65	6.57
Min	-0.91	-0.87	-0.80	-0.81

Nota: Elaboración propia

Tabla 188

Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa con CFRP.

My (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
<i>Max</i>	16.45	8.02	1.85	1.85
<i>Min</i>	-63.92	-5.00	-1.80	-1.80

Nota: Elaboración propia

Tabla 189

Momento de las Combinaciones Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa con CFRP.

My (tfm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	2.93	5.77	6.27	7.92
Min	-2.26	1.31	1.21	2.20

Nota: Elaboración propia

4.6.7.2.2. Esfuerzos cortantes

Se obtiene un resumen de los esfuerzos cortantes de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la viga longitudinal exterior aguas arriba y aguas abajo.

Tabla 190

Esfuerzo Cortante (F_z) en las Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
<i>Max</i>	51.28	49.08	50.78	49.92	51.30	51.93
<i>Min</i>	-50.33	-48.13	-49.83	-48.97	-50.31	-50.98

Nota: Elaboración propia

Tabla 191

Esfuerzo Cortante (F_z) en las Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
MAX	51.28	49.08	50.78	431.38	51.30	52.08
MIN	-50.33	-48.13	-49.83	-37.10	-50.31	-51.13

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos cortantes máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I) de las vigas longitudinales exteriores.

Tabla 192

Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.

Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	50.22	47.57	47.42	48.51
Min	-51.08	-46.63	-46.46	-47.52

Nota: Elaboración propia

Tabla 193

Esfuerzo Cortante (Fz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.

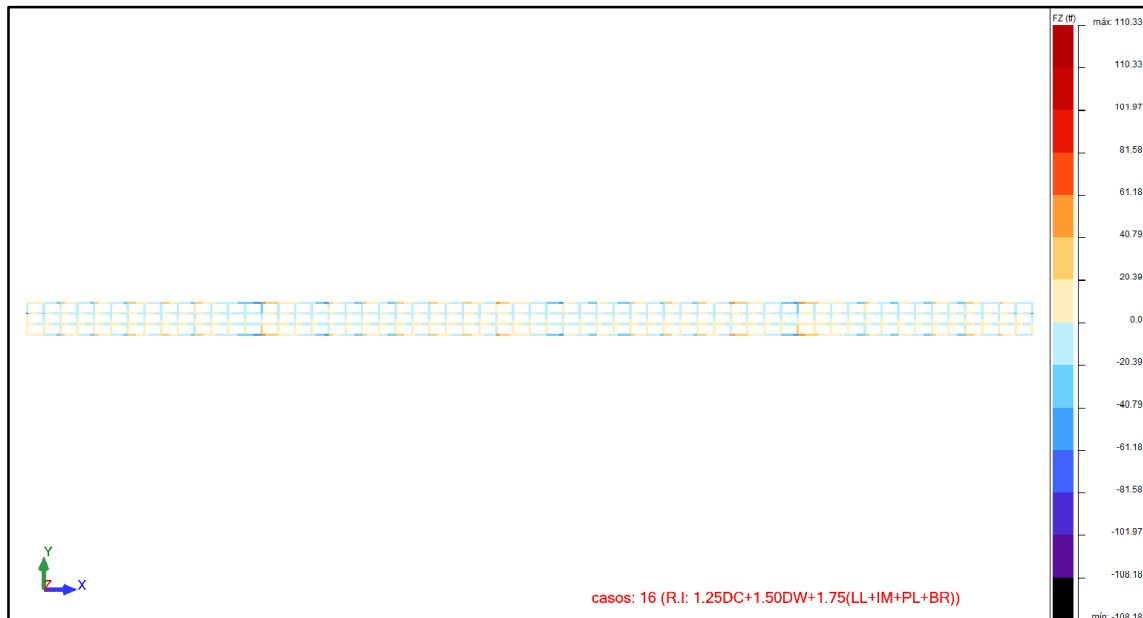
Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	47.78	47.78	47.47	48.51
Min	-46.84	-46.84	-46.50	-47.52

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)$, se tiene un esfuerzo cortante máximo de 50.22tf y un esfuerzo cortante mínimo de -51.08tf.

Figura 189

Esfuerzo Cortante de Viga del Caso 16 - Losa con CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Se obtiene un resumen de los esfuerzos cortantes de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas longitudinales intermedias aguas arriba y abajo.

Tabla 194

Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP.

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	0.66	0.60	0.65	0.63	0.66	0.69
Min	-0.65	-0.59	-0.64	-0.62	-0.65	-0.68

Nota: Elaboración propia

Tabla 195

Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP.

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	0.66	0.60	0.65	0.63	0.66	0.67
Min	-0.65	-0.59	-0.64	-0.62	-0.65	-0.66

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos cortantes máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I) de las vigas longitudinales interiores

Tabla 196

Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas Combinadas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP.

Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	0.67	0.65	0.56	0.59
Min	-0.68	-0.64	-0.55	-0.58

Nota: Elaboración propia

Tabla 197

Esfuerzo Cortante (Fz) en las Cargas Combinadas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP.

Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	0.67	0.62	0.55	0.59
Min	-0.68	-0.61	-0.54	-0.58

Nota: Elaboración propia

Se obtiene un resumen de los esfuerzos cortantes de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

Tabla 198

Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+000 - Losa con CFRP.

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	55.49	70.67	58.97	63.49	55.50	25.94
Min	-57.48	-71.96	-60.73	-65.54	-57.50	-76.93

Nota: Elaboración propia

Tabla 199

Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+035 - Losa con CFRP.

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	6.64	7.34	6.53	6.39	6.64	8.47
Min	-6.64	-7.34	-6.53	-6.39	-6.64	-5.10

Nota: Elaboración propia

Tabla 200

Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+070 - Losa con CFRP.

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	35.31	15.20	30.72	22.39	35.31	41.33
Min	-35.31	-15.20	-30.71	-22.39	-35.31	-43.48

Nota: Elaboración propia

Tabla 201

Esfuerzo Cortante (Fz) de las Cargas de la Viga Transversal 0+150 - Losa con CFRP.

Fz (tf)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	2.78	2.66	2.47	2.21	2.78	4.95
Min	-2.78	-2.66	-2.47	-2.21	-2.78	-2.15

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los momentos máximas y mínimas de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), de las vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

Tabla 202

*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+000
- Losa con CFRP.*

Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	107.45	45.98	73.33	72.73
Min	-107.84	-115.04	-89.14	-74.50

Nota: Elaboración propia

Tabla 203

*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+035
- Losa con CFRP.*

Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	7.96	11.15	7.53	6.10
Min	-7.96	-6.43	-6.52	-6.10

Nota: Elaboración propia

Tabla 204

*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+070
- Losa con CFRP.*

Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
MAX	39.78	3.41	6.55	6.55
MIN	-39.77	-10.53	-8.07	-8.07

Nota: Elaboración propia

Tabla 205

*Esfuerzo Cortante (Fz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+150
- Losa con CFRP.*

Fz (tf)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	1.54	6.09	2.32	2.09
Min	-1.54	-1.61	-1.77	-2.09

Nota: Elaboración propia

4.6.7.2.3. Deformaciones de cargas

Se obtiene un resumen de las deformaciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la viga longitudinal exteriores, interiores de aguas arriba y abajo y vigas transversales 0+000, 0+035, 0+070 y 0+150.

Tabla 206*Deformaciones de las Cargas de Viga Longitudinal – Agua Arriba*

Uz (mm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	463.83	329.75	431.38	393.33	463.83	502.00
Min	-38.61	-32.36	-37.10	-35.27	-38.53	-41.14

*Nota: Elaboración propia***Tabla 207***Deformaciones de las Cargas de Viga Longitudinal – Agua Abajo*

Uz (mm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	463.83	329.75	431.38	393.33	463.83	511.75
Min	-38.61	-32.36	-37.10	-35.27	-38.53	-40.13

*Nota: Elaboración propia***Tabla 208***Deformaciones de las Cargas de Viga Longitudinal N°1-Intermedia*

Uz (mm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	462.97	329.14	430.59	392.54	462.97	504.33
Min	-38.65	-32.51	-37.16	-35.43	-38.57	-40.79

*Nota: Elaboración propia***Tabla 209***Deformaciones de las Cargas de Viga Longitudinal N°2-Intermedia*

Uz (mm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	462.97	329.14	430.59	392.54	462.97	507.59
Min	-38.65	-32.51	-37.16	-35.43	-38.57	-40.45

*Nota: Elaboración propia***Tabla 210***Deformaciones de las Cargas de Viga 0+000*

Uz (mm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	-0.31	-0.30	-0.31	-0.30	-0.31	-0.30
Min	-0.54	-0.61	-0.56	-0.61	-0.54	-0.52

Nota: Elaboración propia

Tabla 211*Deformaciones de las Cargas de Viga 0+035*

Uz (mm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	-29.21	-25.37	-28.28	-27.10	-29.10	-29.70
Min	-29.56	-25.80	-28.65	-27.56	-29.46	-31.23

*Nota: Elaboración propia***Tabla 212***Deformaciones de las Cargas de Viga 0+070*

Uz (mm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	463.83	329.75	431.38	393.33	463.83	511.75
Min	462.97	329.14	430.59	392.54	462.97	502.00

*Nota: Elaboración propia***Tabla 213***Deformaciones de las Cargas de Viga 0+150*

Uz (mm)						
CASO	DC	DW	PL	LL	BR	WS
Max	463.83	329.75	431.38	393.33	463.83	511.75
Min	462.97	329.14	430.59	392.54	462.97	502.00

*Nota: Elaboración propia***4.6.7.2.4. Deformaciones de combinaciones****De cargas de vigas longitudinales externas****Tabla 214***Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Arriba) - Losa con CFRP.*

Uz (mm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	37.89	242.59	239.34	309.86
Min	-18.09	-29.51	-28.24	-31.25

*Nota: Elaboración propia***Tabla 215***Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de la Viga (Agua Abajo) - Losa con CFRP.*

Uz (mm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	256.10	256.10	242.23	309.86

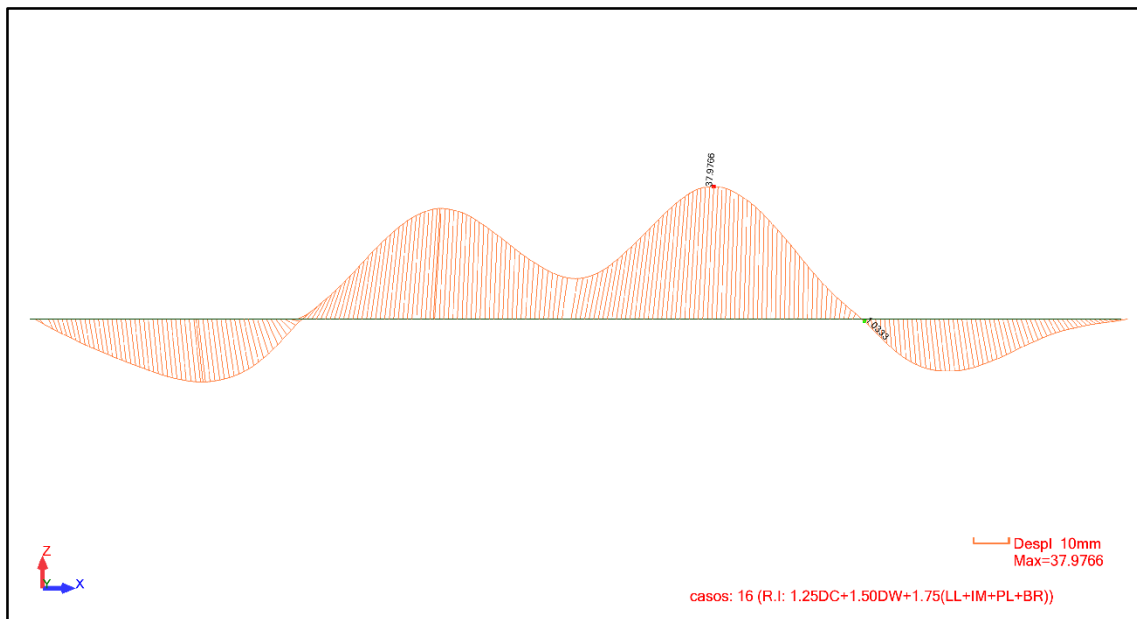
Uz (mm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Min	-28.09	-28.09	-27.94	-31.25

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR), se tiene una máxima deformación de 3789mm y una mínima deformación de -18.09mm.

Figura 190

Deformación de la Viga Longitudinal Externa del Caso 16 - Losa con CFRP.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

De cargas de vigas longitudinales intermedias

Tabla 216

Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 01) - Losa con CFRP.

Uz (mm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	36.74	246.51	239.67	309.20
Min	-18.66	-29.25	-28.42	-31.50

Nota: Elaboración propia

Tabla 217

Deformaciones (Uz) en las Combinaciones de Cargas de Viga Longitudinal (Intermedia 02) - Losa con CFRP.

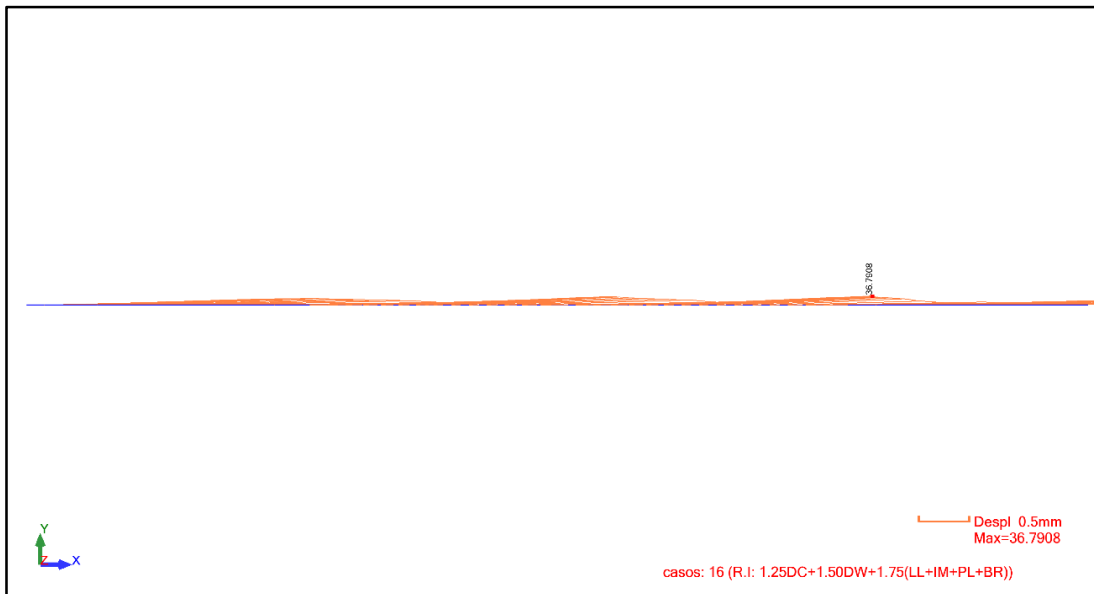
Uz (mm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	36.74	251.02	240.64	309.20
Min	-18.66	-28.77	-28.32	-31.50

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene una máxima deformación de 36.74mm y una mínima deformación de -18.66mm.

Figura 191

Deformación de la Viga Longitudinal Intermedia del Caso 16 - Losa con CFRP.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

De cargas de las vigas transversales

Tabla 218

Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+000 – Losa con CFRP.

Uz (mm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	-0.28	-0.28	-0.29	-0.29
Min	-0.82	-0.67	-0.68	-0.65

Nota: Elaboración propia

Tabla 219

Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+035 – Losa con CFRP.

Uz (mm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	-16.18	-22.21	-22.42	-24.54
Min	-16.90	-24.36	-23.26	-25.07

Nota: Elaboración propia

Tabla 220

Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+070 – Losa con CFRP.

Uz (mm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	-1.89	-1.38	-1.32	-1.32
Min	-2.30	-1.47	-1.35	-1.35

Nota: Elaboración propia

Tabla 221

Deformaciones (Uz) de las Combinaciones de Cargas de la Viga Transversal 0+150 – Losa con CFRP.

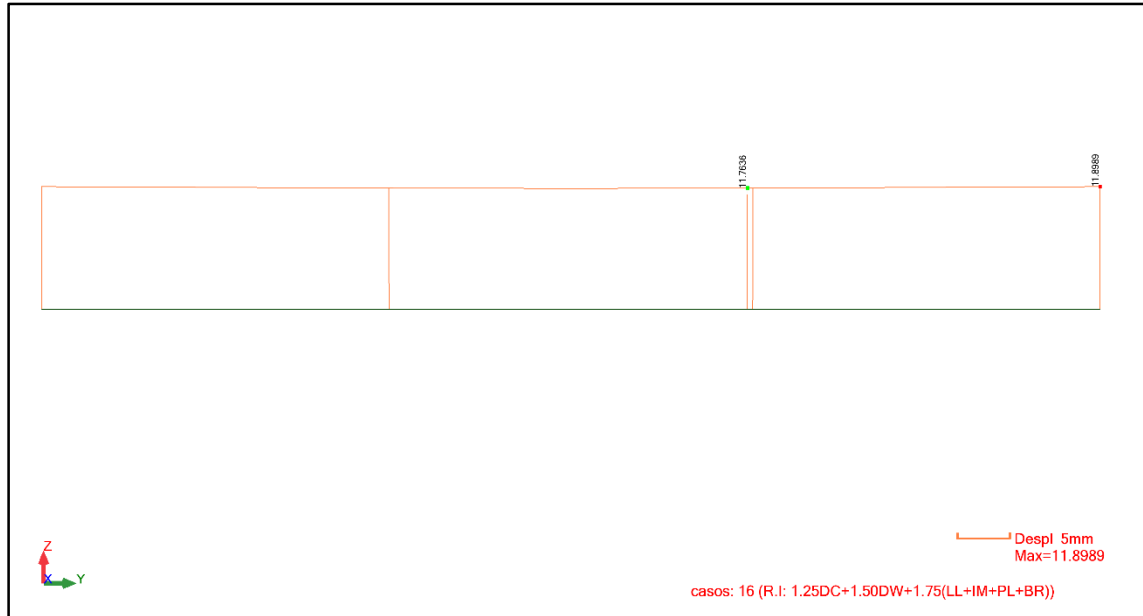
Uz (mm)				
CASO	R.I	R.III	S.I	F.I
Max	11.73	255.84	241.83	309.86
Min	11.59	242.25	238.92	309.20

Nota: Elaboración propia

Para el punto 0+150.00, el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene una máxima deformación de 11.73mm y una mínima deformación de 11.59mm.

Figura 192

Deformación de la Viga Transversal 0+150 del Caso 16 - Losa con CFRP.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.7.3. Resultado de cables

4.6.7.3.1. Esfuerzo y tensión axial

Se obtienen un resumen de tensiones axiales de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de los cables

Tabla 222

Tensión Axial (Fx) de las Cargas en los Cables (Aguas Abajo) – Losa con CFRP

CABLE	FX (kN)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
T1-I	-902.14	-1072.08	-943.27	-991.15	-901.99	-832.50
T1'-I	-902.14	-1012.63	-928.85	-959.54	-902.34	-856.73
T2-I	-902.32	-1109.23	-952.37	-1010.81	-902.18	-820.69
T2'-I	-902.32	-1055.08	-939.25	-982.03	-902.54	-842.86
T3-I	-1103.92	-1440.92	-1185.36	-1280.62	-1103.66	-974.59
T3'-I	-1103.92	-1369.67	-1168.13	-1242.83	-1104.36	-1004.08
T4-I	-904.82	-1271.49	-993.01	-1096.61	-904.42	-768.15
T4'-I	-904.82	-1212.66	-978.90	-1065.61	-905.45	-793.28
T5-I	-1005.08	-1330.46	-1083.35	-1175.27	-1004.55	-884.91
T5'-I	-1005.08	-1304.42	-1077.10	-1161.71	-1005.85	-899.05
T6-I	-1506.55	-1837.44	-1586.30	-1679.76	-1505.74	-1384.26
T6'-I	-1506.55	-1859.97	-1591.68	-1692.11	-1507.63	-1383.39
T1-D	-902.14	-1071.85	-943.20	-991.02	-902.29	-832.63

CABLE	FX (kN)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
T1'-D	-902.14	-1012.27	-928.75	-959.33	-901.94	-856.89
T2-D	-902.32	-1108.99	-952.30	-1010.67	-902.45	-820.84
T2'-D	-902.32	-1054.79	-939.16	-981.85	-902.10	-843.01
T3-D	-853.93	-1189.46	-934.85	-1029.66	-854.18	-725.81
T3'-D	-953.92	-1218.80	-1017.85	-1092.27	-953.49	-854.64
T4-D	-1354.81	-1724.21	-1444.01	-1548.44	-1355.21	-1215.66
T4'-D	-1354.81	-1665.04	-1429.72	-1517.14	-1354.17	-1241.42
T5-D	-1005.08	-1330.19	-1083.27	-1175.11	-1005.61	-885.06
T5'-D	-1005.08	-1304.01	-1076.98	-1161.46	-1004.31	-899.25
T6-D	-1506.55	-1837.35	-1586.28	-1679.72	-1507.35	-1384.30
T6'-D	-1606.54	-1960.19	-1691.77	-1792.27	-1605.46	-1483.19

Nota: Elaboración propia

Tabla 223

Tensión Axial (Fx) de las Cargas en los Cables (Aguas Arriba) – Losa con CFRP

CABLE	FX (kN)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
T1-I	-902.14	-1072.08	-943.27	-991.15	-901.99	-862.97
T1'-I	-902.14	-1012.65	-928.85	-959.54	-902.34	-877.40
T2-I	-902.32	-1109.23	-952.37	-1010.81	-902.18	-851.44
T2'-I	-902.32	-1055.09	-939.25	-982.03	-902.54	-864.42
T3-I	-1103.92	-1440.93	-1185.36	-1280.62	-1103.66	-1017.82
T3'-I	-1103.92	-1369.69	-1168.14	-1242.83	-1104.36	-1034.33
T4-I	-904.82	-1271.50	-993.01	-1096.61	-904.42	-809.69
T4'-I	-904.82	-1212.68	-978.90	-1065.61	-905.45	-821.71
T5-I	-1005.08	-1330.46	-1083.35	-1175.27	-1004.55	-919.27
T5'-I	-1005.08	-1304.44	-1077.11	-1161.71	-1005.85	-921.52
T6-I	-1506.55	-1837.45	-1586.30	-1679.76	-1505.74	-1418.34
T6'-I	-1506.55	-1859.96	-1591.68	-1692.11	-1507.63	-1404.69
T1-D	-902.14	-1071.85	-943.20	-991.02	-902.29	-863.07
T1'-D	-902.14	-1012.26	-928.74	-959.33	-901.94	-877.56
T2-D	-902.32	-1108.99	-952.30	-1010.67	-902.45	-851.56
T2'-D	-902.32	-1054.78	-939.16	-981.85	-902.10	-864.57
T3-D	-853.93	-1189.45	-934.84	-1029.66	-854.18	-768.60
T3'-D	-953.92	-1218.78	-1017.85	-1092.27	-953.49	-884.78

CABLE	FX (kN)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
T4-D	-1354.81	-1724.20	-1444.00	-1548.44	-1355.21	-1258.14
T4'-D	-1354.81	-1665.02	-1429.71	-1517.14	-1354.17	-1270.47
T5-D	-1005.08	-1330.18	-1083.27	-1175.11	-1005.61	-919.39
T5'-D	-1005.08	-1303.99	-1076.97	-1161.45	-1004.31	-921.72
T6-D	-1506.55	-1837.34	-1586.28	-1679.72	-1507.35	-1418.36
T6'-D	-1606.54	-1960.20	-1691.77	-1792.27	-1605.46	-1504.54

Nota: Elaboración propia

Tabla 224

Tensión Axial (Fx) de las Combinaciones de Cargas en los Cables (Aguas Abajo) –
Losa con CFRP

CABLE	FX (kN)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
T1-I	-1473.90	-1151.81	-1180.58	-1096.68
T1'-I	-1276.02	-1063.91	-1083.43	-1028.64
T2-I	-1600.53	-1211.92	-1242.51	-1139.45
T2'-I	-1419.56	-1131.96	-1153.97	-1077.49
T3-I	-2244.07	-1614.11	-1659.36	-1490.25
T3'-I	-2005.02	-1509.42	-1543.04	-1409.06
T4-I	-2153.34	-1465.98	-1511.23	-1325.29
T4'-I	-1954.91	-1381.20	-1415.74	-1258.97
T5-I	-2114.66	-1506.13	-1543.53	-1377.94
T5'-I	-2027.43	-1472.63	-1503.04	-1350.03
T6-I	-2633.93	-2017.86	-2053.59	-1885.20
T6'-I	-2712.70	-2062.16	-2095.31	-1914.59
T1-D	-1473.87	-1151.54	-1180.55	-1096.88
T1'-D	-1274.31	-1063.41	-1082.46	-1027.63
T2-D	-1600.44	-1211.63	-1242.43	-1139.58
T2'-D	-1418.16	-1131.61	-1153.12	-1076.51
T3-D	-1992.52	-1362.62	-1407.96	-1239.43
T3'-D	-1852.00	-1358.59	-1391.00	-1256.80
T4-D	-2608.23	-1918.41	-1965.37	-1779.39
T4'-D	-2406.05	-1833.27	-1867.50	-1709.61
T5-D	-2115.74	-1505.74	-1544.18	-1379.22
T5'-D	-2023.83	-1472.17	-1500.88	-1347.24
T6-D	-2636.29	-2017.64	-2055.03	-1887.51

CABLE	FX (kN)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
T6'-D	-2808.83	-2162.19	-2193.36	-2011.56

Nota: Elaboración propia

Tabla 225

Tensión Axial (Fx) de las Combinaciones de Cargas en los Cables (Aguas Arriba) – Losa con CFRP

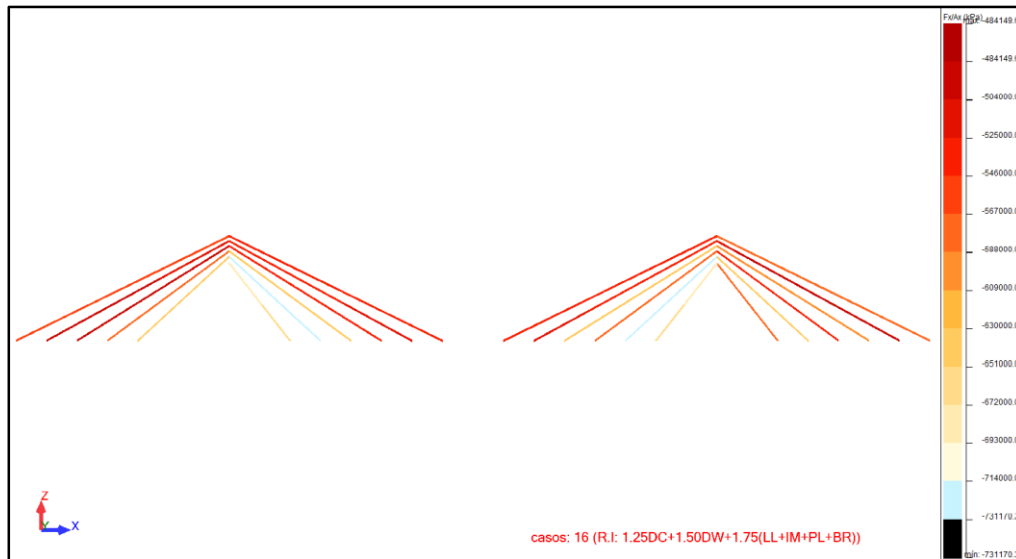
CABLE	FX (kN)			
	CASO 16	CASO 17	CASO 20	CASO 21
T1-I	-1473.91	-1194.34	-1189.69	-1096.68
T1'- I	-1276.04	-1092.93	-1089.65	-1028.65
T2-I	-1600.54	-1254.89	-1251.72	-1139.45
T2'-I	-1419.59	-1162.22	-1160.47	-1077.49
T3-I	-2244.09	-1674.81	-1672.38	-1490.25
T3'-I	-2005.06	-1552.02	-1552.20	-1409.07
T4-I	-2153.35	-1525.55	-1524.03	-1325.29
T4'-I	-1954.96	-1421.97	-1424.52	-1258.98
T5-I	-2114.67	-1555.27	-1554.10	-1377.94
T5'-I	-2027.47	-1504.86	-1509.99	-1350.04
T6-I	-2633.94	-2066.11	-2063.96	-1885.20
T6'-I	-2712.67	-2092.49	-2101.83	-1914.59
T1-D	-1473.87	-1194.02	-1189.65	-1096.88
T1'-D	-1274.29	-1092.40	-1088.66	-1027.62
T2-D	-1600.44	-1254.57	-1251.63	-1139.58
T2'-D	-1418.13	-1161.85	-1159.59	-1076.50
T3-D	-1992.51	-1423.16	-1420.94	-1239.43
T3'-D	-1851.96	-1401.09	-1400.10	-1256.80
T4-D	-2608.22	-1978.16	-1978.18	-1779.38
T4'-D	-2406.00	-1874.19	-1876.26	-1709.60
T5-D	-2115.72	-1554.82	-1554.72	-1379.22
T5'-D	-2023.78	-1504.34	-1507.79	-1347.23
T6-D	-2636.27	-2065.85	-2065.39	-1887.51
T6'-D	-2808.85	-2192.54	-2199.90	-2011.57

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica la tensión axial en los cables.

Figura 193

Tensión Axial (Fx) del Caso 16 de los Cables – Losa con CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.7.4. Resultado de torres

4.6.7.4.1. Momentos

Se obtienen un resumen de los momentos de cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), en la Torre 01.

Tabla 226

Momentos (Mx) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP

Barra	MX (tfm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	9.6	-30.11	0	-11.3	12.92	25.54
6	-3.5	-5.12	-3.89	-4.34	-4.22	11.09
7	-3.5	3.7	-1.76	0.28	-4.56	7.88
8	0	0.01	0	0	0	-16.11
21	-9.6	30.1	0	11.3	-12.92	-19.11
22	3.5	5.1	3.88	4.34	4.22	17.06
23	3.5	-3.71	1.76	-0.28	4.56	19.5
24	0	0.01	0	0	0	-16.11
37	-93.7	148.79	-35.1	33.96	-122.03	-180.27

Nota: Elaboración propia

Tabla 227*Momentos (My) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

MY (tfm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	-300.85	-269.48	-293.29	-284.36	-371.1	-307.06
6	0.12	-607.16	-146.62	-319.53	17.3	208.81
7	-0.04	-139.44	-33.71	-73.14	5.18	51.06
8	-107.96	-120.67	-111.03	-114.57	-107.96	-112.24
21	-300.85	-269.46	-293.28	-284.35	-371.09	-314.68
22	0.12	-607.15	-146.62	-319.53	17.3	180.79
23	-0.04	-139.44	-33.71	-73.14	5.18	37.95
24	-107.95	-120.66	-111.02	-114.57	-107.95	-95.6
37	54.98	-23.61	36.1	12.9	54.98	102.41

*Nota: Elaboración propia***Tabla 228***Momentos (Mz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

MZ (tfm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	-34.24	7.84	-24.2	-11.1	-34.24	-76.07
6	-51.32	-43.73	-49.48	-47.39	-51.32	-48.05
7	11.4	19.15	13.26	15.48	11.4	0.6
8	-3.5	3.7	-1.76	0.28	-4.56	7.88
21	34.33	-7.74	24.29	11.21	34.33	19.98
22	51.31	43.72	49.47	47.38	51.31	59.39
23	-11.4	-19.16	-13.27	-15.49	-11.4	-17.25
24	3.5	-3.71	1.76	-0.28	4.56	19.5
37	18.98	-34.8	5.98	-9.34	24.82	25.9

Nota: Elaboración propia

Se obtienen un resumen de los momentos de cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), en la Torre 02.

Tabla 229*Momentos (Mx) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

MX (tfm)						
Barra	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	-30.81	8.87	-21.22	-9.92	-27.48	-46.73
39	-6.18	-4.59	-5.8	-5.35	-6.91	-20.74
40	5.63	-1.58	3.89	1.85	4.57	-5.73

Barra	MX (tfm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
41	0	0.01	0	0	0	16.08
54	30.81	-8.87	21.22	9.92	27.48	40.31
55	6.18	4.58	5.79	5.35	6.91	-7.36
56	-5.63	1.56	-3.89	-1.85	-4.57	-21.6
57	0	0.01	0	0	0	16.08
70	151.94	-90.47	93.37	24.32	123.6	238.46

Nota: Elaboración propia

Tabla 230

Momentos (M_y) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

Barra	MY (tfm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	253.56	285.62	261.32	270.44	323.81	247.06
39	613.62	7.11	467.09	294.4	596.44	821.97
40	186.9	47.75	153.3	113.95	181.69	237.9
41	-109.14	-121.85	-112.21	-115.76	-109.14	-113.44
54	253.55	285.61	261.31	270.43	323.8	239.45
55	613.62	7.1	467.09	294.4	596.44	794.01
56	186.9	47.75	153.3	113.95	181.69	224.8
57	-109.15	-121.86	-112.22	-115.77	-109.14	-96.77
70	62.06	-16.56	43.18	19.97	62.06	109.49

Nota: Elaboración propia

Tabla 231

Momentos (M_z) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

Barra	MZ (tfm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	38.27	-3.82	28.22	15.13	38.27	80.08
39	53.08	45.48	51.24	49.14	53.07	49.8
40	-13.2	-20.97	-15.07	-17.29	-13.2	-2.39
41	5.63	-1.58	3.89	1.85	4.57	-5.73
54	-38.17	3.94	-28.12	-15.02	-38.17	-23.83
55	-53.08	-45.48	-51.24	-49.15	-53.08	-61.18
56	13.2	20.95	15.07	17.29	13.19	19.06
57	-5.63	1.56	-3.89	-1.85	-4.57	-21.6
70	-34.64	19.13	-21.65	-6.33	-28.79	-41.57

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de momentos de las combinaciones de cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la Torre 01.

Tabla 232

Momentos (Mx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP

Barra	MX (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	-118.93	-49.5	-52.36	-31.06
6	-10.27	13.72	-2.67	-6.43
7	19.07	27.32	11.59	3.18
8	0.01	-22.69	-4.86	0
21	118.92	58.54	54.3	31.06
22	10.24	25.9	11.15	6.43
23	-19.1	11.2	-3.35	-3.19
24	0.01	-22.69	-4.86	0
37	677.24	282.43	279.99	142.64

Nota: Elaboración propia

Tabla 233

Momentos (My) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP

Barra	MY (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	-317.17	-245.05	-317.51	-370.13
6	-2024.68	-953.23	-991.91	-672.33
7	-464.01	-214.6	-225.51	-152.23
8	-169.37	-158.48	-131.67	-122.5
21	-317.15	-255.78	-319.8	-370.12
22	-2024.65	-992.62	-1000.34	-672.32
23	-464	-233.14	-229.49	-152.23
24	-169.35	-134.98	-126.62	-122.49
37	-220.57	-48.04	-70.29	-36.41

Nota: Elaboración propia

Tabla 234

Momentos (Mz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP

Barra	MZ (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	114.59	-1.74	28.44	15.5
6	-31.08	-36.44	-36.97	-42.68
7	29.93	4.24	21.86	20.34

Barra	MZ (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
8	19.07	27.32	11.59	3.18
21	-114.44	-76.72	-45.15	-15.39
22	31.07	52.49	40.41	42.67
23	-29.95	-27.75	-26.91	-20.35
24	-19.1	11.2	-3.35	-3.19
37	-152.75	-81.72	-68.04	-34.1

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de momentos de las combinaciones de cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la Torre 02.

Tabla 235

Momentos (Mx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

Barra	MX (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	109.29	28.26	37.77	19.8
39	-2.02	-23.39	-8.48	-5.44
40	-20.66	-25.17	-11.58	-4.23
41	0.01	22.66	4.86	0
54	-109.3	-37.29	-39.71	-19.81
55	1.99	-16.18	-0.01	5.44
56	20.63	-13.31	3.32	4.22
57	0.01	22.66	4.86	0
70	-717.97	-224.11	-278.31	-169.31

Nota: Elaboración propia

Tabla 236

Momentos (My) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

Barra	MY (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	484.87	310.23	378.42	395.77
39	-1469.36	-338.79	-411.63	-109.54
40	-294.64	-27.35	-48.61	19.35
41	-170.53	-159.66	-132.85	-123.67
54	484.84	299.5	376.11	395.76
55	-1469.39	-378.13	-420.07	-109.55
56	-294.64	-45.87	-52.58	19.35

Barra	MY (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
57	-170.55	-136.18	-127.82	-123.68
70	-213.64	-41.02	-63.26	-29.36

Nota: Elaboración propia

Tabla 237

Momentos (Mz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

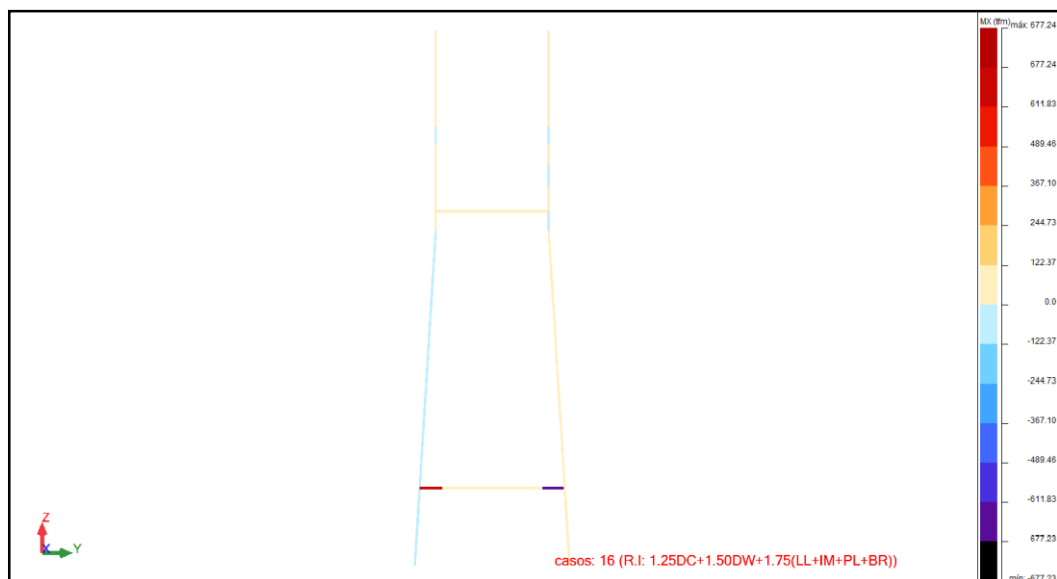
Barra	MZ (tfm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	-110.6	5.74	-24.42	-11.48
39	32.8	38.18	38.72	44.42
40	-31.73	-6.05	-23.66	-22.14
41	-20.66	-25.17	-11.58	-4.23
54	110.76	72.95	41.38	11.6
55	-32.8	-54.24	-42.17	-44.43
56	31.71	29.53	28.69	22.13
57	20.63	-13.31	3.32	4.22
70	157.52	66.02	64.05	35.96

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de momento en X (Mx), de la torre:

Figura 194

Momento (Mx) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP

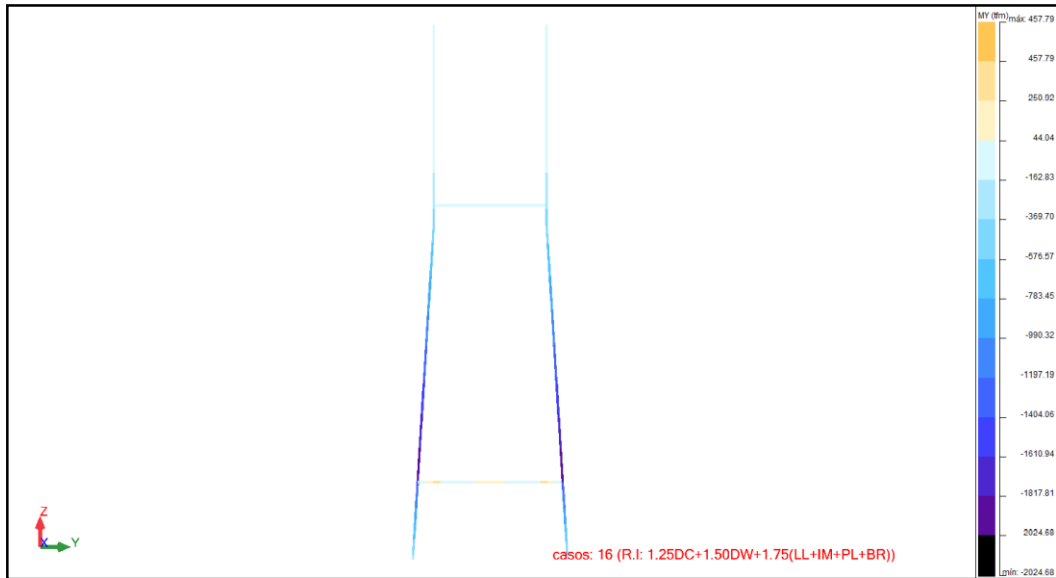


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de momento en Y (My), de la torre:

Figura 195

Momento (My) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP

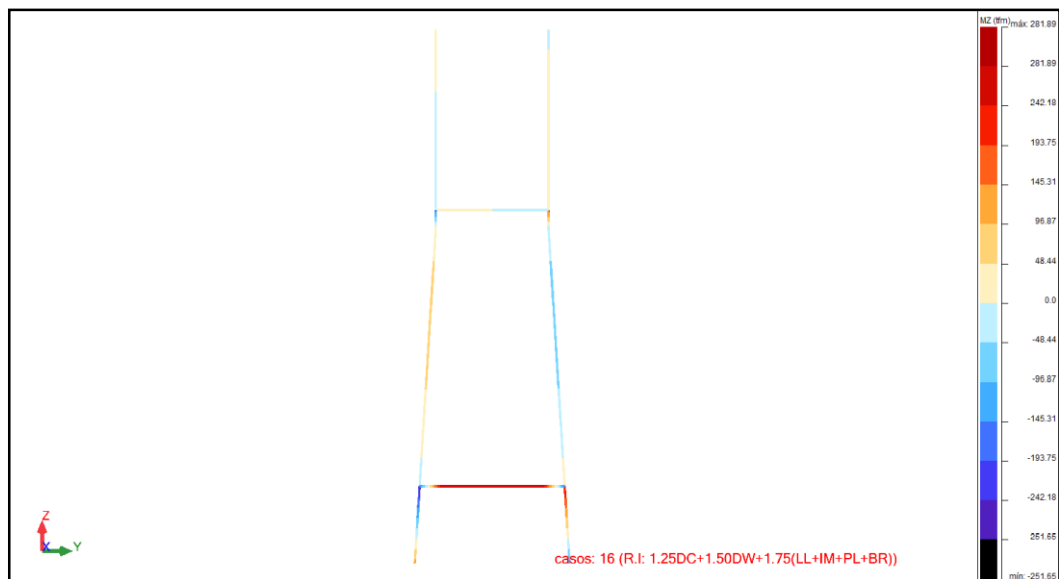


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de momento en Z (Mz), de la torre:

Figura 196

Momento (Mz) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.7.4.2. Esfuerzos

Se obtienen un resumen de los esfuerzos de cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las Torre 01.

Tabla 238

Esfuerzo (Fx) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP

Barra	FX (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	1285.97	1563.83	1353	1431.53	1286.02	1159.15
6	1220.04	1401.29	1263.76	1314.88	1220.1	1153.39
7	970.81	1151.7	1014.44	1065.46	970.87	904.26
8	66.69	78.13	69.45	72.67	66.69	63.05
21	1285.95	1563.83	1352.99	1431.51	1286.01	1235.81
22	1220.04	1401.3	1263.76	1314.88	1220.1	1171.41
23	970.81	1151.7	1014.44	1065.45	970.87	922.31
24	66.69	78.13	69.45	72.67	66.69	63.05
37	5.95	27.15	11.04	17.35	5.95	-10.84

Nota: Elaboración propia

Tabla 239

Esfuerzo (Fy) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP

Barra	FY (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	-7.59	7.74	-3.92	0.72	-7.59	-20.14
6	-10.37	-10.37	-10.37	-10.37	-10.37	-9.79
7	66.69	78.12	69.45	72.67	66.69	63.05
8	0	0	0	0	0	2.54
21	7.61	-7.72	3.94	-0.7	7.61	5
22	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	10.93
23	-66.69	-78.12	-69.45	-72.67	-66.69	-63.05
24	0	0	0	0	0	2.54
37	27.97	-44.41	10.48	-10.14	36.43	51.79

Nota: Elaboración propia

Tabla 240

Esfuerzo (Fz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP

Barra	FZ (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	27.97	-25.36	15.09	-0.09	35.94	45.34
6	0	19.05	4.61	10.04	-0.48	-6.45

Barra	FZ (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
7	0	19.05	4.61	10.04	-0.48	-6.45
8	40.44	40.44	40.44	40.44	40.44	41.98
21	27.97	-25.36	15.09	-0.1	35.94	44.79
22	0	19.05	4.61	10.04	-0.48	-5.77
23	0	19.05	4.61	10.04	-0.48	-5.77
24	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	38.89
37	-11.85	83.64	11.2	38.27	-11.85	-71.07

Nota: Elaboración propia

Se obtienen un resumen de los esfuerzos de cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de las Torre 02.

Tabla 241

Esfuerzo (Fx) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

Barra	FX (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	1307.41	1585.35	1374.47	1453.02	1307.36	1180.53
39	1248.82	1430.09	1292.55	1343.68	1248.76	1182.1
40	999.54	1180.45	1043.19	1094.21	999.48	932.92
41	68.36	79.8	71.12	74.34	68.36	64.72
54	1307.43	1585.36	1374.49	1453.04	1307.38	1257.25
55	1248.82	1430.09	1292.55	1343.68	1248.76	1200.16
56	999.54	1180.44	1043.19	1094.21	999.48	951.01
57	68.36	79.8	71.12	74.34	68.36	64.72
70	4.35	25.56	9.44	15.75	4.35	-12.44

Nota: Elaboración propia

Tabla 242

Esfuerzo (Fy) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

Barra	FY (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	8.86	-6.48	5.19	0.55	8.86	21.4
39	10.51	10.52	10.51	10.52	10.51	9.94
40	-68.36	-79.8	-71.12	-74.34	-68.36	-64.72
41	0	0	0	0	0	-2.53
54	-8.84	6.5	-5.17	-0.52	-8.84	-6.24
55	-10.51	-10.52	-10.51	-10.52	-10.51	-11.08

Barra	FY (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
56	68.36	79.8	71.12	74.34	68.36	64.72
57	0	0	0	0	0	-2.53
70	-45.35	27.01	-27.87	-7.26	-36.9	-69.16

Nota: Elaboración propia

Tabla 243

Esfuerzo (Fz) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

Barra	FZ (tf)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	27.97	-25.36	15.09	-0.1	20	45.34
39	-17.38	1.65	-12.78	-7.36	-16.9	-23.83
40	-17.38	1.65	-12.78	-7.36	-16.9	-23.83
41	40.43	40.43	40.43	40.43	40.43	41.98
54	27.97	-25.36	15.09	-0.09	20	44.79
55	-17.38	1.65	-12.78	-7.36	-16.9	-23.15
56	-17.38	1.65	-12.78	-7.36	-16.9	-23.15
57	40.44	40.44	40.44	40.44	40.44	38.89
70	-19.09	76.44	3.96	31.04	-19.09	-78.33

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos (FX, FY y FZ) de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la Torre 01.

Tabla 244

Esfuerzo (Fx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP

Barra	FX (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	2385.75	1835.68	1738.52	1605
6	1957.33	1620.53	1520.04	1428.07
7	1644.88	1308.7	1270.2	1178.42
8	111.36	90.92	85.79	79.81
21	2385.76	1943.09	1761.53	1604.99
22	1957.34	1646	1525.51	1428.07
23	1644.89	1334.22	1275.68	1178.42
24	111.36	90.92	85.79	79.81
37	83.97	31.73	38.58	30.66

Nota: Elaboración propia

Tabla 245*Esfuerzo (Fy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	FY (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	46.6	8.16	15.95	10.38
6	-12.25	-11.42	-10.21	-10.38
7	111.36	90.92	85.79	79.81
8	0	3.57	0.76	0
21	-46.57	-29.33	-20.47	-10.35
22	12.25	13.03	10.55	10.38
23	-111.36	-90.92	-85.79	-79.81
24	0	3.57	0.76	0
37	-202.16	-87.15	-84.19	-42.58

*Nota: Elaboración propia***Tabla 246***Esfuerzo (Fz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	FZ (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	-138.6	-57.12	-52.98	-21.39
6	63.56	30.04	31.21	21.19
7	63.56	30.04	31.21	21.19
8	50.55	52.72	40.9	40.44
21	-138.6	-57.89	-53.15	-21.39
22	63.56	30.98	31.41	21.19
23	63.56	30.98	31.41	21.19
24	50.54	48.37	39.97	40.43
37	327.11	116.69	138.96	97.83

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de los esfuerzos (FX, FY y FZ) de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la Torre 02.

Tabla 247*Esfuerzo (Fx) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

Barra	FX (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	2407.03	1857.16	1759.92	1626.34
39	1985.72	1649.25	1548.69	1456.69
40	1673.22	1337.37	1298.8	1206.99

Barra	FX (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
41	113.01	92.59	87.45	81.47
54	2407.02	1964.58	1782.95	1626.36
55	1985.71	1674.71	1554.15	1456.68
56	1673.21	1362.88	1304.27	1206.99
57	113.01	92.59	87.45	81.47
70	82.4	30.14	36.99	29.07

Nota: Elaboración propia

Tabla 248

Esfuerzo (Fy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

Barra	FY (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	-45.35	-6.9	-14.69	-9.11
39	12.39	11.57	10.35	10.52
40	-113.01	-92.59	-87.45	-81.47
41	0	-3.56	-0.76	0
54	45.38	28.12	19.26	9.13
55	-12.39	-13.18	-10.7	-10.52
56	113.01	92.59	87.45	81.47
57	0	-3.56	-0.76	0
70	214.32	69.74	83.69	50.54

Nota: Elaboración propia

Tabla 249

Esfuerzo (Fz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

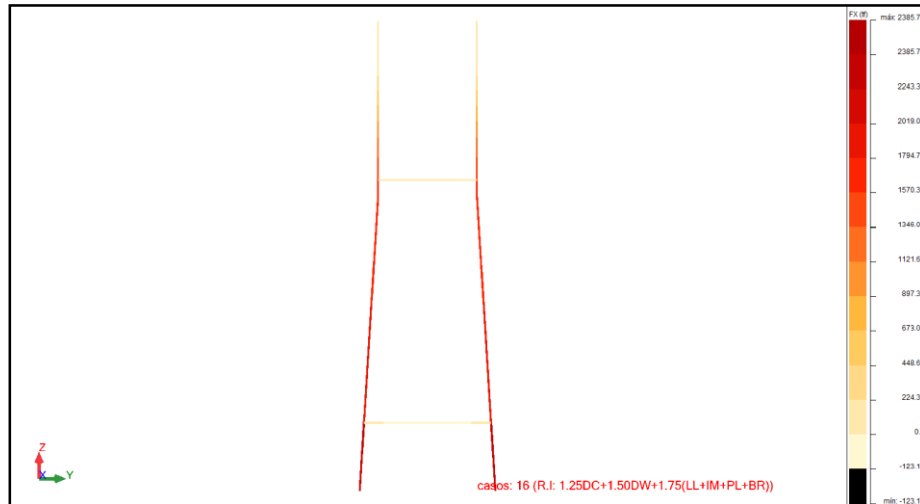
Barra	FZ (tf)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	-166.5	-57.12	-68.93	-45.3
39	47.82	12.62	14.76	5.24
40	47.82	12.62	14.76	5.24
41	50.54	52.72	40.9	40.43
54	-166.5	-57.89	-69.09	-45.3
55	47.82	13.57	14.97	5.24
56	47.82	13.57	14.97	5.24
57	50.55	48.37	39.97	40.44
70	320.07	109.53	131.81	90.64

Nota: Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de esfuerzo en X (F_x), de la torre:

Figura 197

Esfuerzo (F_x) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP

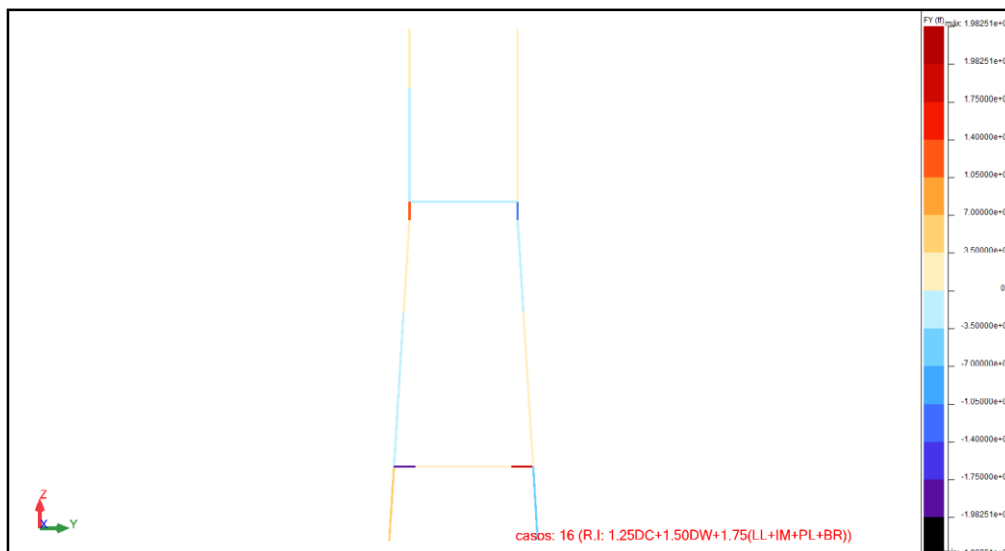


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de esfuerzo en Y (F_y), de la torre:

Figura 198

Esfuerzo (F_y) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP

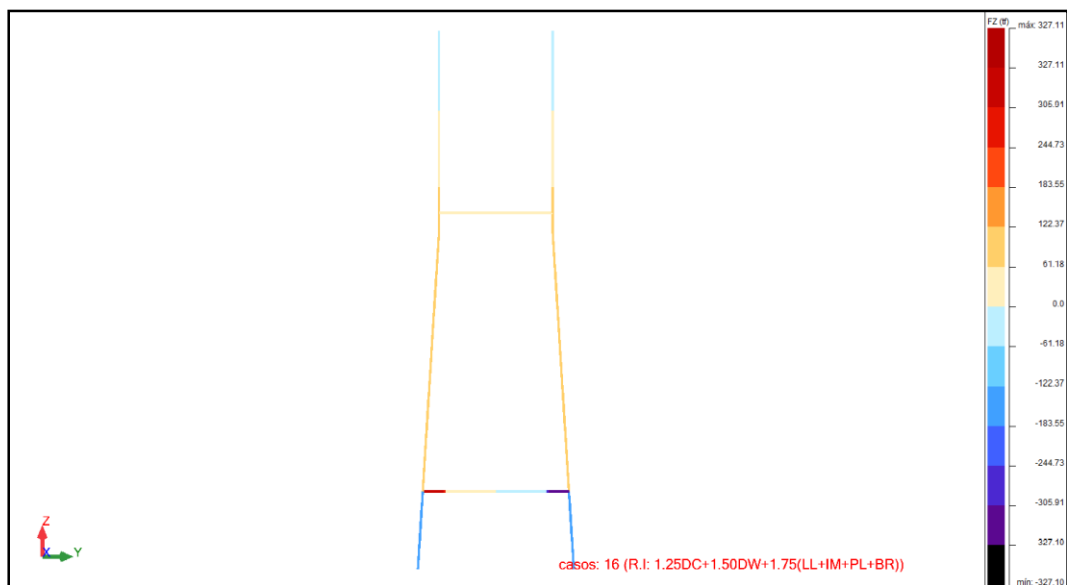


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Para el caso 16 de combinación (R.I: 1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+PL+BR)), se tiene la siguiente gráfica de esfuerzo en Z (F_z), de la torre:

Figura 199

Esfuerzo (Fz) del Caso 16 en la Torre – Losa con CFRP



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.7.4.3. Deformaciones

Se obtienen un resumen de las deformaciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la torre 01.

Tabla 250

Deformación (Ux) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP

Barra	UX (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	0	0	0	0	0	0
6	-0.8874	-1.0852	-0.9351	-0.991	-0.8874	-0.797
7	-3.6122	-4.2618	-3.7689	-3.9522	-3.6124	-3.3507
8	0.0496	0.0581	0.0517	0.0541	0.0496	-0.0227
21	0	0	0	0	0	0
22	-0.8874	-1.0852	-0.9351	-0.991	-0.8874	-0.8517
23	-3.6123	-4.2619	-3.7689	-3.9522	-3.6124	-3.4605
24	0.0502	0.0588	0.0523	0.0547	0.0502	0.1171
37	0.0298	0.0081	0.0248	0.0167	0.0298	0.0787

Nota: Elaboración propia

Tabla 251

Deformación (Uy) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP

Barra	UY (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	0	0	0	0	0	0

Barra	UY (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
6	0.086	0.0767	0.084	0.0794	0.086	0.1293
7	0.132	0.1728	0.1419	0.1533	0.132	0.0371
8	-4.3608	-23.9608	-9.097	-14.6739	-4.7944	2.439
21	0	0	0	0	0	0
22	-0.0862	-0.077	-0.0842	-0.0797	-0.0863	-0.05
23	-0.1325	-0.1736	-0.1424	-0.1539	-0.1325	-0.2014
24	4.3608	23.9603	9.0968	14.6739	4.7944	-1.4033
37	-0.6077	-0.8775	-0.6729	-0.7497	-0.74	-0.5093

Nota: Elaboración propia

Tabla 252

Deformación (Uz) de las Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP

Barra	UZ (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
3	0	0	0	0	0	0
6	-0.6077	-0.8775	-0.6729	-0.7497	-0.74	-0.5093
7	-4.1063	-21.7303	-8.365	-13.38	-4.5403	1.9977
8	-3.7855	-4.4677	-3.95	-4.1425	-3.7857	-3.512
21	0	0	0	0	0	0
22	-0.6077	-0.8774	-0.6729	-0.7497	-0.74	-0.533
23	-4.1062	-21.7298	-8.3648	-13.38	-4.5403	1.0874
24	-3.7855	-4.4677	-3.9501	-4.1426	-3.7857	-3.625
37	-0.891	-1.0879	-0.9385	-0.9941	-0.8911	-0.8036

Nota: Elaboración propia

Se obtienen un resumen de las deformaciones de las cargas permanentes (DC y DW) y cargas variables (PL, LL, BR y WS), de la torre 02.

Tabla 253

Deformación (Ux) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

Barra	UX (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	0	0	0	0	0	0
39	-0.9026	-1.1006	-0.9504	-1.0063	-0.9026	-0.8122
40	-3.6991	-4.3488	-3.8558	-4.0392	-3.6989	-3.4373
41	0.0514	0.0601	0.0535	0.056	0.0514	-0.0213
54	0	0	0	0	0	0

Barra	UX (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
55	-0.9026	-1.1006	-0.9504	-1.0063	-0.9026	-0.8669
56	-3.6991	-4.3487	-3.8558	-4.0391	-3.6989	-3.5472
57	0.0509	0.0593	0.0529	0.0553	0.0509	0.1182
70	0.0323	0.0105	0.0272	0.0191	0.0323	0.0811

Nota: Elaboración propia

Tabla 254

Deformación (Uy) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

Barra	UY (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	0	0	0	0	0	0
39	-0.0894	-0.0802	-0.0874	-0.0829	-0.0894	-0.1326
40	-0.1367	-0.1778	-0.1466	-0.1581	-0.1367	-0.0414
41	-24.5917	-5.0279	-19.8655	-14.2988	-25.0252	-31.3755
54	0	0	0	0	0	0
55	0.0892	0.0799	0.0872	0.0826	0.0892	0.053
56	0.1361	0.177	0.146	0.1574	0.1361	0.2055
57	24.5917	5.0274	19.8653	14.2988	25.0252	30.3419
70	-0.8528	-0.5848	-0.7881	-0.7118	-0.9851	-0.9504

Nota: Elaboración propia

Tabla 255

Deformación (Uz) de las Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

Barra	UZ (mm)					
	DC	DW	PL	LL	BR	WS
38	0	0	0	0	0	0
39	0.8528	0.5848	0.7881	0.7118	0.9851	0.9504
40	22.2355	4.6444	17.9858	12.9801	22.6694	28.3249
41	-3.8775	-4.5598	-4.0421	-4.2347	-3.8773	-3.6037
54	0	0	0	0	0	0
55	0.8528	0.5848	0.788	0.7118	0.9851	0.9267
56	22.2355	4.6439	17.9857	12.9801	22.6694	27.4166
57	-3.8775	-4.5597	-4.0421	-4.2346	-3.8773	-3.7169
70	-0.9065	-1.1034	-0.954	-1.0095	-0.9064	-0.819

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de las deformaciones (UX, UY y UZ) de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la torre 01.

Tabla 256*Deformación (Ux) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	UX (mm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	0	0	0	0
6	-1.6635	-1.2717	-1.2096	-1.1146
7	-6.1477	-4.9094	-4.6806	-4.3578
8	0.0828	-0.0317	0.0424	0.0594
21	0	0	0	0
22	-1.6635	-1.3483	-1.226	-1.1145
23	-6.1478	-5.064	-4.7138	-4.3579
24	0.0839	0.1678	0.086	0.0601
37	-0.0484	0.0516	0.0045	0.0025

*Nota: Elaboración propia***Tabla 257***Deformación (Uy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	UY (mm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	0	0	0	0
6	0.0568	0.1322	0.081	0.073
7	0.2741	0.0847	0.1751	0.1788
8	-71.4541	-35.0415	-37.3463	-27.5423
21	0	0	0	0
22	-0.0571	-0.0213	-0.0575	-0.0733
23	-0.2752	-0.3187	-0.226	-0.1795
24	71.453	36.4988	37.6582	27.5421
37	-1.7514	-1.023	-1.1865	-1.1164

*Nota: Elaboración propia***Tabla 258***Deformación (Uz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 01 – Losa con CFRP*

Barra	UZ (mm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
3	0	0	0	0
6	-1.7514	-1.023	-1.1865	-1.1164
7	-64.5109	-31.7081	-33.8136	-25.0172
8	-6.442	-5.1431	-4.9078	-4.5685
21	0	0	0	0

UZ (mm)				
Barra	R.I	R.III	S.I	F.I
22	-1.7514	-1.0564	-1.1937	-1.1163
23	-64.5099	-32.9887	-34.0876	-25.017
24	-6.4421	-5.3023	-4.942	-4.5686
37	-1.6637	-1.2775	-1.2123	-1.1169

Nota: Elaboración propia

Se obtuvieron los resultados de las deformaciones (UX, UY y UZ) de las combinaciones de las cargas (R.I, R.III, S.I y F.I), en la torre 02.

Tabla 259

Deformación (Ux) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

Barra	UX (mm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	0	0	0	0
39	-1.6786	-1.287	-1.2249	-1.1298
40	-6.2335	-4.9961	-4.7671	-4.4442
41	0.0851	-0.0297	0.0445	0.0614
54	0	0	0	0
55	-1.6786	-1.3636	-1.2413	-1.1298
56	-6.2334	-5.1506	-4.8001	-4.4442
57	0.084	0.1682	0.0864	0.0606
70	-0.0458	0.0541	0.007	0.005

Nota: Elaboración propia

Tabla 260

Deformación (Uy) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP

Barra	UY (mm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	0	0	0	0
39	-0.0603	-0.1356	-0.0845	-0.0765
40	-0.2793	-0.0896	-0.1801	-0.1836
41	40.8909	6.0442	7.4724	-2.7503
54	0	0	0	0
55	0.0599	0.0242	0.0604	0.0762
56	0.2781	0.3221	0.2293	0.1829
57	-40.892	-7.5	-7.7849	2.7501
70	-0.177	-0.4398	-0.5414	-0.7432

Nota: Elaboración propia

Tabla 261*Deformación (Uz) de las Combinaciones de Cargas en la Torre 02 – Losa con CFRP*

Barra	UZ (mm)			
	R.I	R.III	S.I	F.I
38	0	0	0	0
39	0.177	0.4398	0.5414	0.7432
40	-36.5655	-5.3256	-6.5545	2.6623
41	-6.5329	-5.235	-4.9994	-4.66
54	0	0	0	0
55	0.1769	0.4064	0.5342	0.7432
56	-36.5665	-6.6049	-6.8291	2.6621
57	-6.5328	-5.3941	-5.0335	-4.66
70	-1.6791	-1.293	-1.2278	-1.1323

*Nota: Elaboración propia***4.6.8. Modos y Periodos del Puente**

Para el puente tiene veinte modos de vibración, que han sido empleados en el análisis espectral multimodal, los necesarios para estimar el total de la respuesta sísmica estructural.

Tabla 262*Periodos de Vibraciones del Caso 22 (Modal)*

Modo	Frecuencia (Hz)	Período (sec)
1	0.53	1.88
2	0.83	1.2
3	0.95	1.05
4	0.99	1.01
5	1.3	0.77
6	1.45	0.69
7	1.54	0.65
8	1.68	0.59
9	1.98	0.5
10	2.03	0.49
11	2.03	0.49
12	2.34	0.43
13	2.41	0.42
14	2.68	0.37
15	2.76	0.36

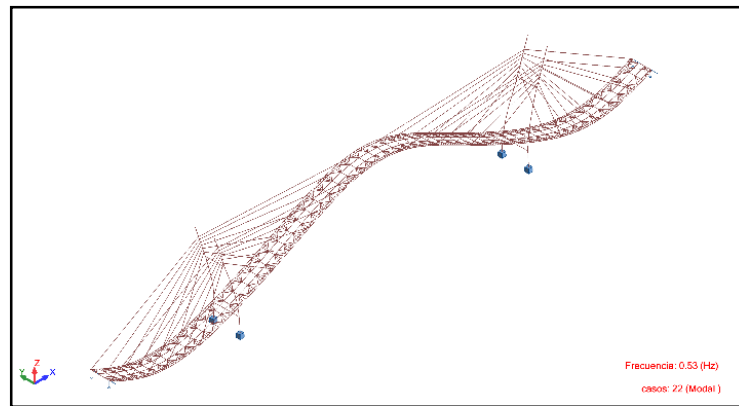
Modo	Frecuencia (Hz)	Período (sec)
16	2.83	0.35
17	2.88	0.35
18	3.05	0.33
19	3.47	0.29
20	3.53	0.28

Nota: Elaboración propia

En las siguientes imágenes se observan los modos de vibración para el caso 22 (modal), para las siguientes frecuencias: 0.53Hz, 0.83Hz, 0.95Hz, 0.99Hz, 1.30Hz y 1.45Hz.

Figura 200

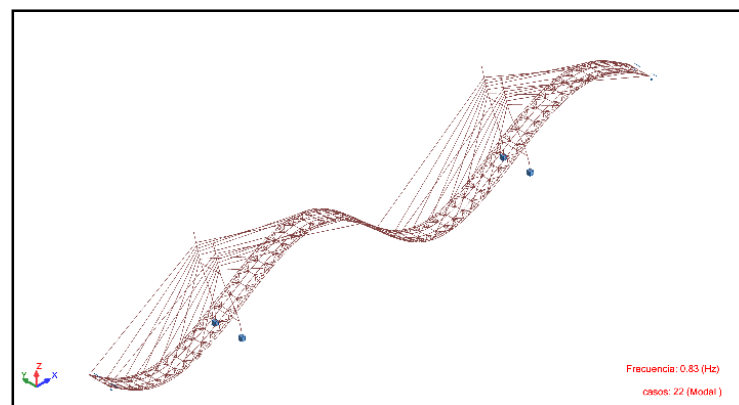
Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 0.53 Hz



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 201

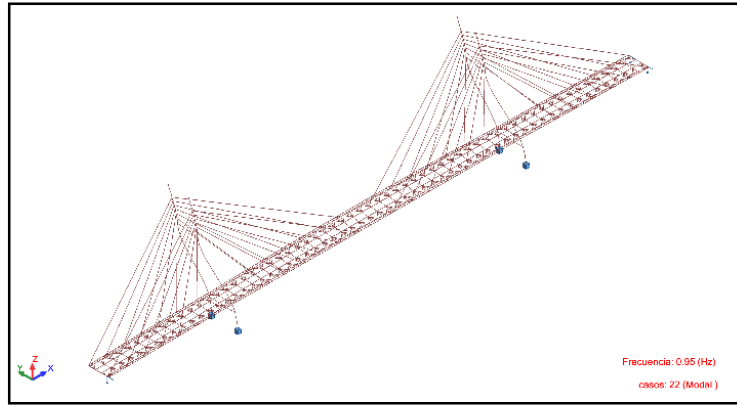
Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 0.83 Hz



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 202

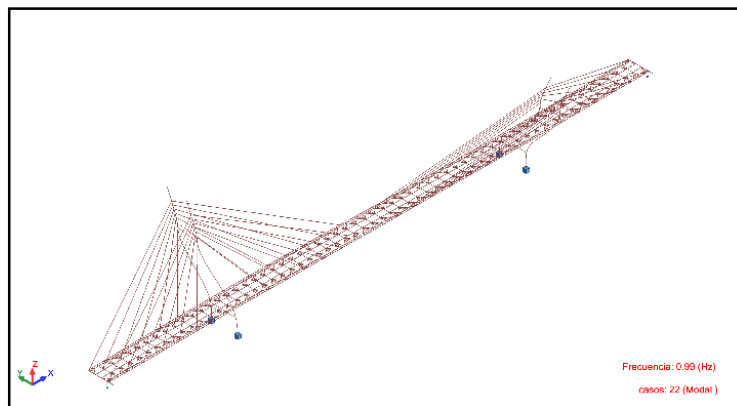
Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 0.95 Hz



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 203

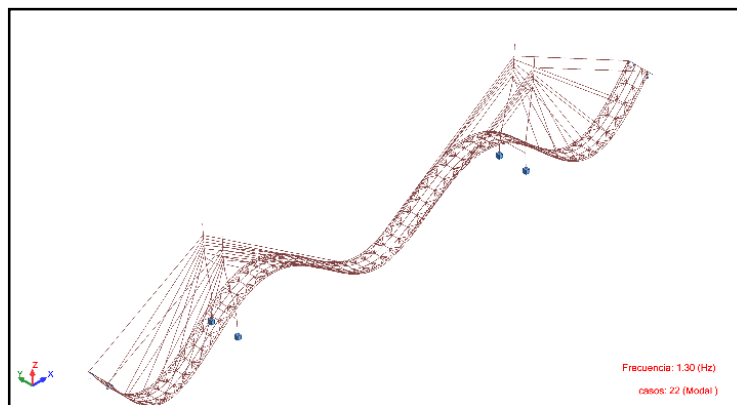
Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 0.99 Hz



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 204

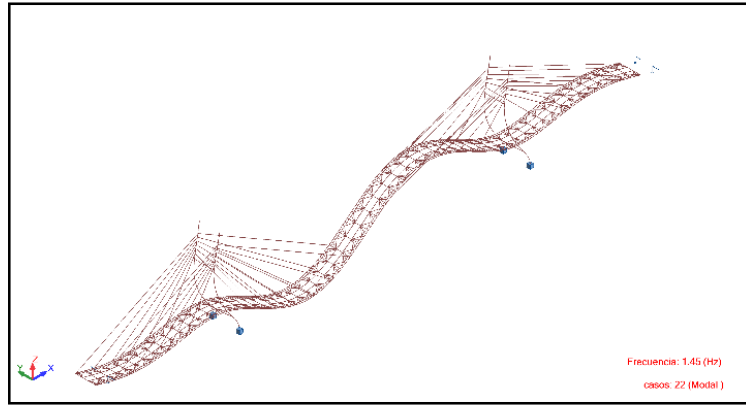
Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 1.30 Hz



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 205

Modo de Vibración Modal con una Frecuencia de 1.45 Hz



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.8.1. Mínimo número de modos

Se incluyeron veinte modos para una estimación precisa de la respuesta y fuerzas internas.

Tabla 263

Ratios de Masa Participativa Modal del Análisis en el Caso 22

Modo	Período (sec)	. UX (%)	. UY (%)	. UZ (%)	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)	Masas corr. UZ (%)
1	1.88	0	0	9.76	0	0	9.76
2	1.2	14.36	0	9.76	14.36	0	0
3	1.05	14.36	37.04	9.76	0	37.04	0
4	1.01	14.36	37.04	9.76	0	0	0
5	0.77	14.36	37.04	30.83	0	0	21.07
6	0.69	71.75	37.04	30.83	57.39	0	0
7	0.65	86.45	37.04	30.83	14.7	0	0
8	0.59	86.45	37.05	30.83	0	0.01	0
9	0.5	86.45	37.05	45.2	0	0	14.37
10	0.49	86.45	37.05	45.2	0	0	0
11	0.49	86.45	37.05	45.27	0	0	0.07
12	0.43	86.45	37.05	45.27	0	0	0
13	0.42	86.45	37.05	45.3	0	0	0.03
14	0.37	86.45	37.34	45.3	0	0.29	0
15	0.36	86.45	50.86	45.3	0	13.52	0
16	0.35	87.34	50.86	45.3	0.89	0	0
17	0.35	87.34	50.86	45.3	0	0	0
18	0.33	90.57	50.86	45.3	3.23	0	0
19	0.29	90.57	50.86	45.3	0	0	0

Modo	Período (sec)	. UX (%)	. UY (%)	. UZ (%)	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)	Masas corr. UZ (%)
20	0.28	90.57	81.7	45.3	0	30.84	0

Nota: Elaboración propia

4.6.9. Resultados de Sismo en el Puente

4.6.9.1. Losa

Resultados del momento flector (Mxx), fuerza a tracción (Sxx), fuerza a compresión (Sxx), esfuerzo cortante (Qxx) y deformación (Ugz) de los sismos en X e Y de la losa:

Tabla 264

Sismo X en Losa

	Mxx (tfm/m)	Sxx (tf/m2) (compresión)	Sxx (tf/m2) (tracción)	Qxx (tf/m)	Ugz (mm)
Max	127.90	15449.26	14868.01	27.56	80.03
Min	-120.87	-14457.75	-14207.22	-16.30	-63.16

Nota: Elaboración propia

Tabla 265

Sismo Y en Losa

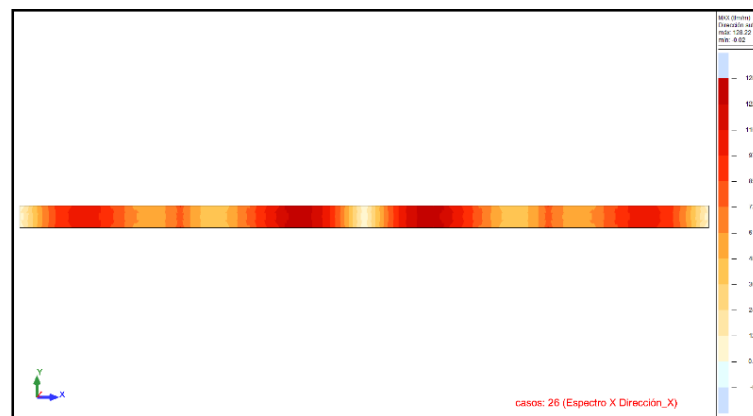
	MYX (tfm/m)	sYY (tf/m2) (compresión)	sYY (tf/m2) (Tracción)	QYY (tf/m)	UGZ (mm)
Max	161.78	18914.89	19444.60	65.60	4.69
Min	-131.14	-15073.94	-16010.26	-3.28	-4.00

Nota: Elaboración propia

Momento

Figura 206

Momento de Losa – Sismo X

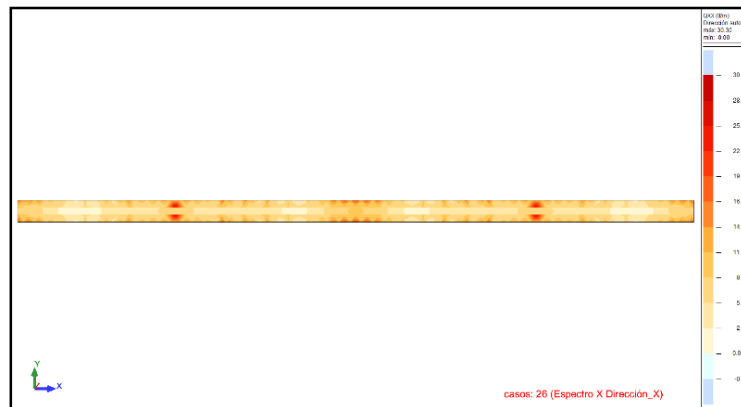


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Esfuerzo Cortante

Figura 207

Esfuerzo Cortante de Losa – Sismo X

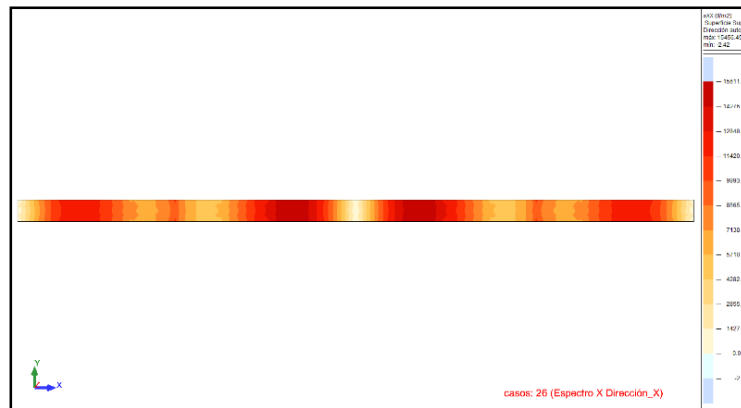


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Esfuerzo a compresión

figura 208

Esfuerzo a Compresión de Losa – Sismo X

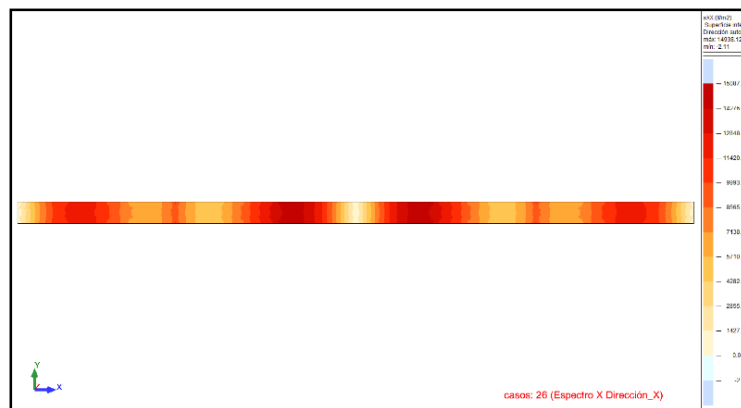


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Esfuerzo a tracción

Figura 209

Esfuerzo a Tracción de Losa – Sismo X

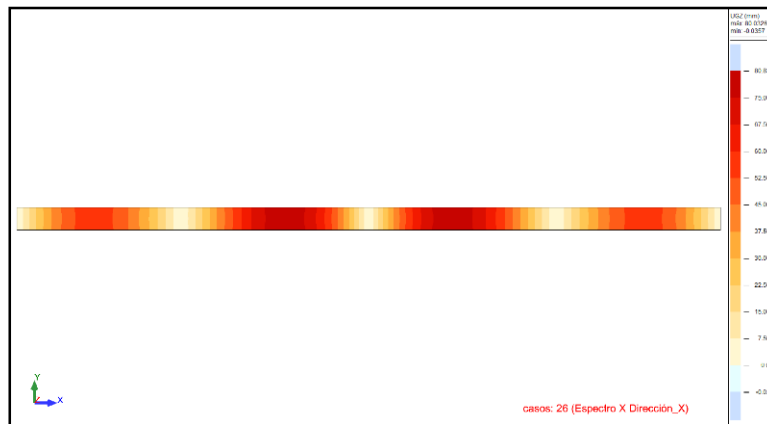


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Deformación

Figura 210

Deformación de Losa – Sismo X



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.9.2. Vigas

Resultados del momento flector (M_y), esfuerzo cortante (F_z) y deformación (U_z) de los sismos en X e Y de las vigas longitudinales:

Tabla 266

Sismo X en Vigas Longitudinales Externas

	Viga Longitudinal (Aguas Arriba)			Viga Longitudinal (Aguas Abajo)		
	Fz (tf)	My (tfm)	Uz (mm)	Fz (tf)	My (tfm)	Uz (mm)
Max	20.46	112.12	80.03	20.46	112.12	80.03
Min	-22.97	-116.35	-63.08	-22.97	-116.36	-63.08

Nota: Elaboración propia

Tabla 267

Sismo Y en Vigas Longitudinales Externas

	Viga Longitudinal (Aguas Arriba)			Viga Longitudinal (Aguas Abajo)		
	Fz (tf)	My (tfm)	Uz (mm)	Fz (tf)	My (tfm)	Uz (mm)
Max	26.01	17.82	4.68	26.03	4.53	4.69
Min	-21.69	-20.80	-4.00	-21.68	-20.77	-3.65

Nota: Elaboración propia

Tabla 268

Sismo X en Vigas Longitudinales Internas

	VIGA LONGITUDINAL - INTERMEDIA 1			VIGA LONGITUDINAL - INTERMEDIA 2		
	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)
Max	0.22	2.95	79.77	0.22	2.95	79.77
Min	-0.19	-3.26	-62.81	-0.19	-3.26	-62.81

Nota: Elaboración propia

Tabla 269

Sismo Y en Vigas Longitudinales Internas

	VIGA LONGITUDINAL - INTERMEDIA 1			VIGA LONGITUDINAL - INTERMEDIA 2		
	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)
Max	0.24	0.35	1.56	0.24	0.61	1.57
Min	-0.19	-0.76	-1.32	-0.19	-0.76	-1.22

Nota: Elaboración propia

Resultados del momento flector (My), esfuerzo cortante (Fz) y deformación (Uz) de los sismos en X e Y de las vigas transversales:

Tabla 270

Sismo X en Vigas Transversales (0+000 – 0+035)

	VIGA TRANSVERSAL - 0+000			VIGA TRANSVERSAL - 0+035		
	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)
Max	21.25	19.20	1.38	2.30	2.38	56.08
Min	-15.56	-18.51	-1.19	-2.16	-2.78	-43.12

Nota: Elaboración propia

Tabla 271

Sismo Y en Vigas Transversales (0+000 – 0+035)

	VIGA TRANSVERSAL - 0+000			VIGA TRANSVERSAL - 0+035		
	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)
Max	120.05	6.71	0.07	2.13	0.09	3.63
Min	-1.99	-10.95	-0.06	-1.94	-0.12	-3.06

Nota: Elaboración propia

Tabla 272

Sismo X en Vigas Transversales (0+070 – 0+150)

	VIGA TRANSVERSAL - 0+070			VIGA TRANSVERSAL - 0+150		
	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)
Max	21.49	37.29	0.45	0.02	0.00	0.05
Min	-21.51	-33.54	-0.40	-0.02	0.00	-0.04

Nota: Elaboración propia

Tabla 273

Sismo Y En Vigas Transversales (0+070 – 0+150)

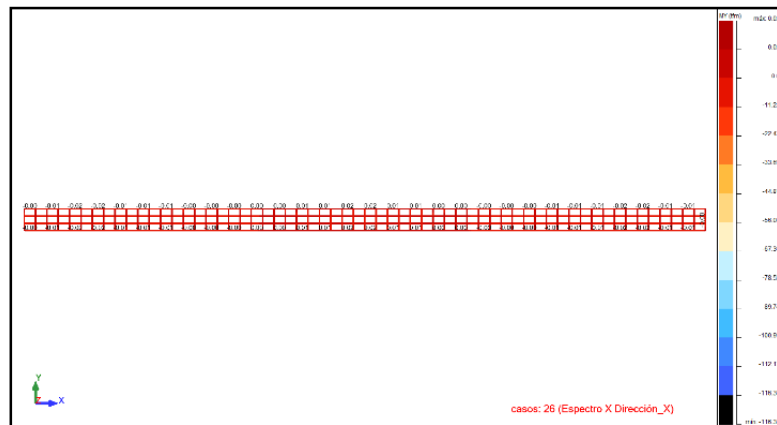
	VIGA TRANSVERSAL - 0+070			VIGA TRANSVERSAL - 0+150		
	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)	FZ (tf)	MY (tfm)	UZ (mm)
Max	183.72	281.10	2.10	1.75	0.53	4.69
Min	-149.14	-346.39	-1.29	-0.82	-0.58	-4.00

Nota: Elaboración propia

Momento

Figura 211

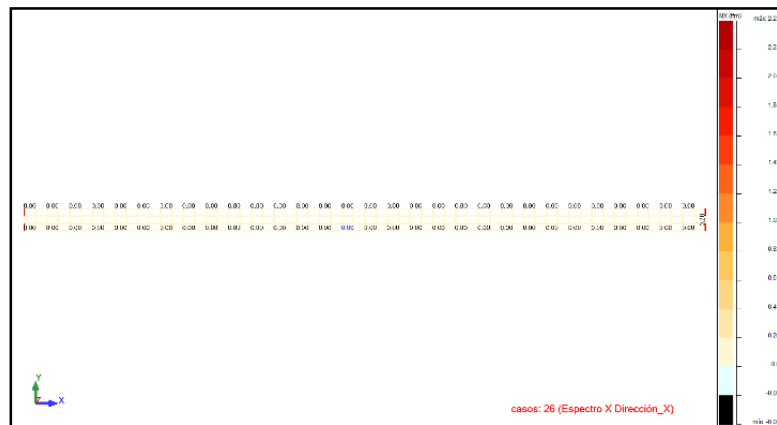
Momento de Viga – Sismo X



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 212

Momento de Viga – Sismo Y

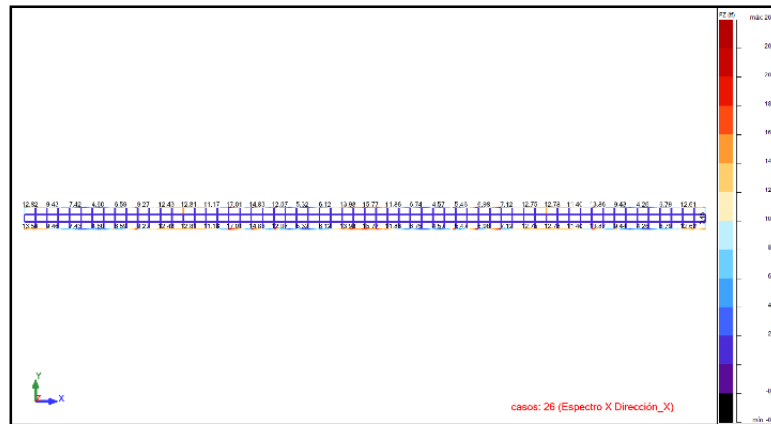


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Esfuerzo Cortante

Figura 213

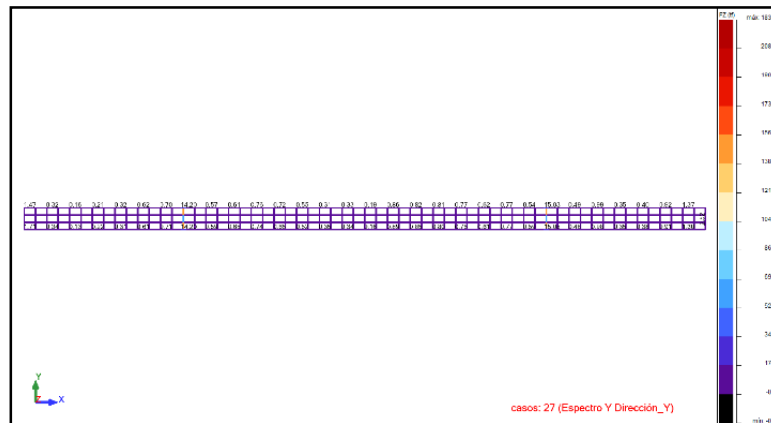
Esfuerzo Cortante de Viga– Sismo X



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 214

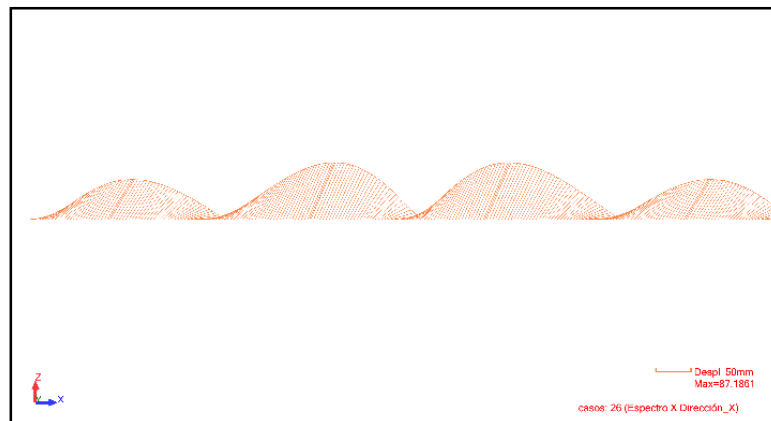
Esfuerzo Cortante de Viga– Sismo Y



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 215

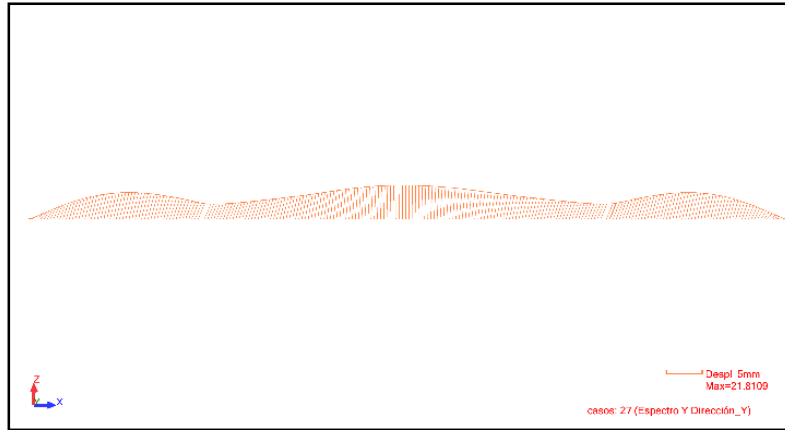
Deformación de Viga Longitudinal – Sismo X



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 216

Deformación de Viga Longitudinal – Sismo Y



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia
Deformación (Viga transversal)

Figura 217

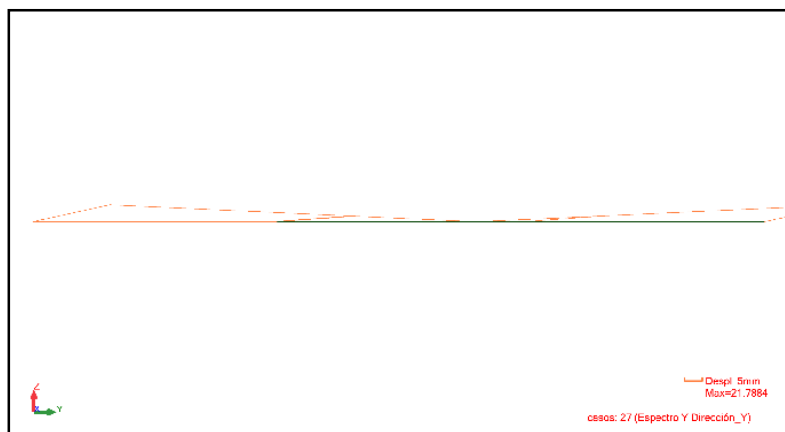
Deformación de Viga Transversal – Sismo X



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 218

Deformación de Vigas Transversal - Sismo Y



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.9.3. Cables

Resultados de la tensión (Fx) de los cables aguas abajo y arriba en los sismos X e Y:

Tabla 274

Sismo X en Cables

	AGUAS ABAJO	AGUAS ARRIBA
Cable	Fx (kN)	Fx (kN)
T1-I	20584.79	20584.78
T1'-I	4512.85	4512.87
T2-I	21838.28	21838.27
T2'-I	5796.84	5796.87
T3-I	31188.61	31188.60
T3'-I	7840.14	7840.21
T4-I	30823.54	30823.53
T4'-I	6833.74	6833.82
T5-I	29126.46	29126.45
T5'-I	8211.14	8211.19
T6-I	34797.29	34797.28
T6'-I	12788.79	12788.87
T1-D	18721.05	18721.10
T1'-D	6751.24	6751.13
T2-D	19914.48	19914.52
T2'-D	8204.10	8203.98
T3-D	26066.34	26066.40
T3'-D	10262.86	10262.66
T4-D	31488.75	31488.79
T4'-D	14760.77	14760.53
T5-D	25886.32	25886.34
T5'-D	11867.11	11866.92
T6-D	30812.22	30812.23
T6'-D	17751.29	17751.20

Nota: Elaboración propia

Tabla 275

Sismo Y en Cables

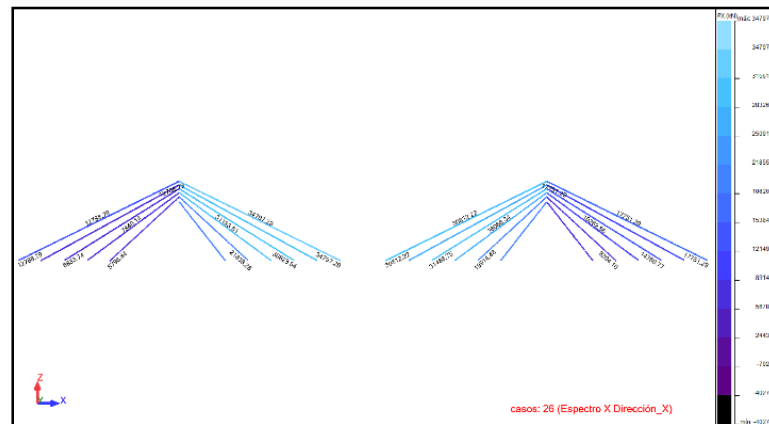
	AGUAS ABAJO	AGUAS ARRIBA
Cable	FX (kN)	FX (kN)
T1-I	20653.08	20661.13
T1'-I	4440.11	4410.09
T2-I	21894.16	21901.05
T2'-I	5738.07	5718.14
T3-I	31255.14	31264.68
T3'-I	7764.25	7750.39
T4-I	30879.00	30888.33
T4'-I	6762.10	6764.35
T5-I	29165.42	29172.24
T5'-I	8153.29	8170.61
T6-I	34828.90	34833.03
T6'-I	12729.42	12765.18
T1-D	18634.66	18642.79
T1'-D	6829.45	6799.32
T2-D	19843.01	19850.02
T2'-D	8268.23	8248.21
T3-D	25979.11	25988.85
T3'-D	10336.15	10322.06
T4-D	31416.13	31425.65
T4'-D	14819.21	14821.28
T5-D	25836.02	25842.99
T5'-D	11898.61	11916.04
T6-D	30772.73	30776.98
T6'-D	17763.05	17799.05

Nota: Elaboración propia

Esfuerzo

Figura 219

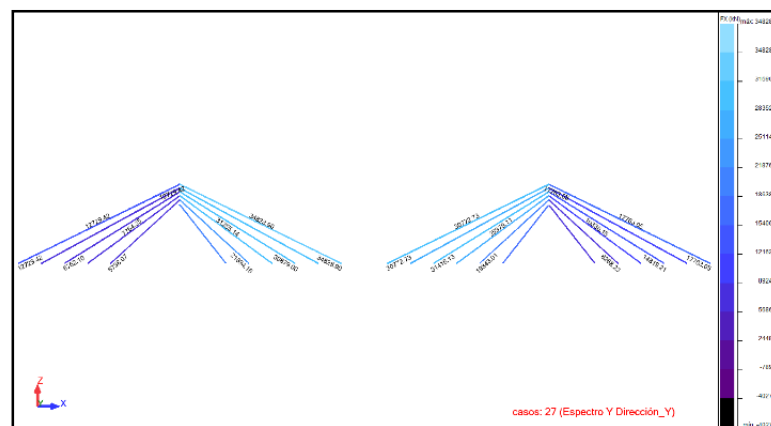
Esfuerzo de Cables – Sismo X



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 220

Esfuerzo de Cables – Sismo Y

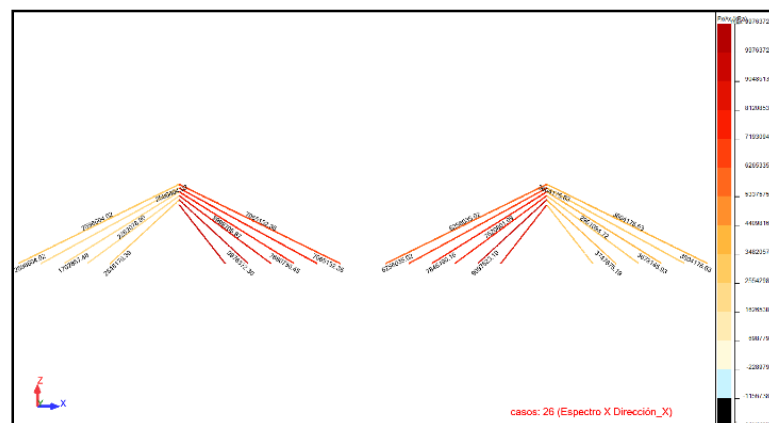


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Tensión normal

Figura 221

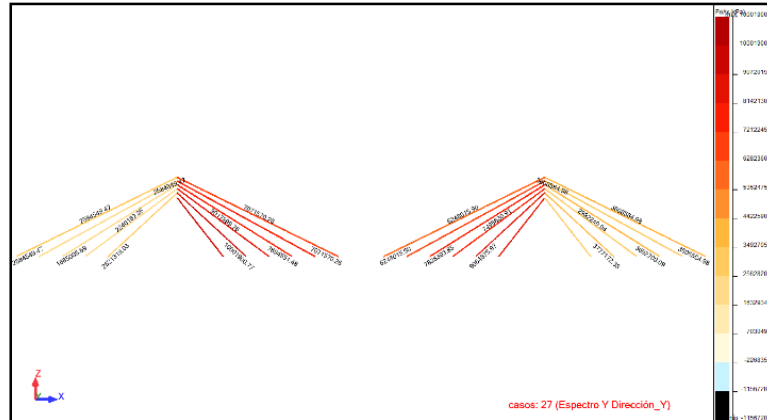
Tensión Normal de Cables – Sismo X



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 222

Tensión Normal de Cables – Sismo Y



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.9.4. Torres

Resultados de los esfuerzos (Fx, Fy, Fz), momentos flectores (Mx, My, Mz) y deformaciones (Ux, Uy, Uz) de los sismos en X e Y de la torre 1:

Tabla 276

Sismo X en Torre 01

Barra	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)	Ux (mm)	Uy (mm)	Uz (mm)
3	176.63	11.28	875.80	305.25	-8095.46	31.39	0.00	0.00	0.00
6	112.22	0.22	35.96	42.35	-1492.43	5.19	0.13	0.01	15.56
7	111.32	6.99	111.10	115.74	-1173.94	7.10	0.40	0.03	61.37
8	6.50	16.94	0.14	0.98	-11.89	135.19	0.00	61.59	0.42
21	176.46	11.29	875.79	305.25	-8095.45	31.47	0.00	0.00	0.00
22	112.13	0.22	35.96	42.34	-1492.41	5.18	0.13	0.01	15.56
23	111.24	6.97	111.11	115.77	-1173.96	7.15	0.40	0.03	61.37
24	6.50	16.91	0.12	0.99	-11.82	135.33	0.01	61.59	0.42
37	15.65	783.68	67.40	2578.01	-55.91	506.98	0.02	15.56	0.13

Nota: Elaboración propia

Tabla 277

Sismo Y en Torre 01

Barra	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)	Ux (mm)	Uy (mm)	Uz (mm)
3	1135.63	861.78	34.67	63.36	-359.39	4322.74	0.00	0.00	0.00
6	760.05	216.32	22.33	54.67	-125.24	2694.49	0.82	10.39	0.72
7	745.98	187.10	17.47	64.90	-275.16	2365.05	3.86	92.23	2.92
8	25.16	6.23	738.50	118.74	-3988.16	34.87	93.39	2.57	3.77

Barra	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)	Ux (mm)	Uy (mm)	Uz (mm)
21	1135.79	861.73	34.47	63.33	-358.51	4322.67	0.00	0.00	0.00
22	760.03	216.30	22.30	54.71	-124.99	2694.37	0.82	10.39	0.72
23	745.98	187.05	17.55	64.89	-274.97	2365.28	3.86	92.23	2.92
24	25.41	6.23	738.50	118.78	-3988.01	34.65	93.39	2.57	3.77
37	866.16	23.20	606.14	132.76	-2400.57	25.80	10.42	0.72	0.44

Nota: Elaboración propia

Resultados de los esfuerzos (Fx, Fy, Fz), momentos flectores (Mx, My, Mz) y deformaciones (Ux, Uy, Uz) de los sismos en X e Y de la torre 2:

Tabla 278

Sismo X en Torre 02

Barra	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)	Ux (mm)	Uy (mm)	Uz (mm)
38	176.64	11.37	875.83	305.28	-8095.46	31.64	0.00	0.00	0.00
39	112.18	0.24	35.96	42.35	-1492.96	5.13	0.13	0.01	15.56
40	111.29	7.14	111.10	115.75	-1173.95	6.82	0.40	0.03	61.36
41	6.67	16.94	0.11	0.97	-12.09	135.03	0.01	61.58	0.42
54	176.69	11.37	875.83	305.24	-8095.53	31.62	0.00	0.00	0.00
55	112.22	0.24	35.96	42.40	-1492.81	5.10	0.13	0.01	15.56
56	111.33	7.16	111.14	115.80	-1173.96	6.73	0.40	0.03	61.36
57	6.67	16.90	0.12	1.00	-12.16	135.21	0.00	61.58	0.42
70	15.79	783.74	67.44	2578.22	-55.87	507.02	0.02	15.56	0.13

Nota: Elaboración propia

Tabla 279

Sismo Y en Torre 02

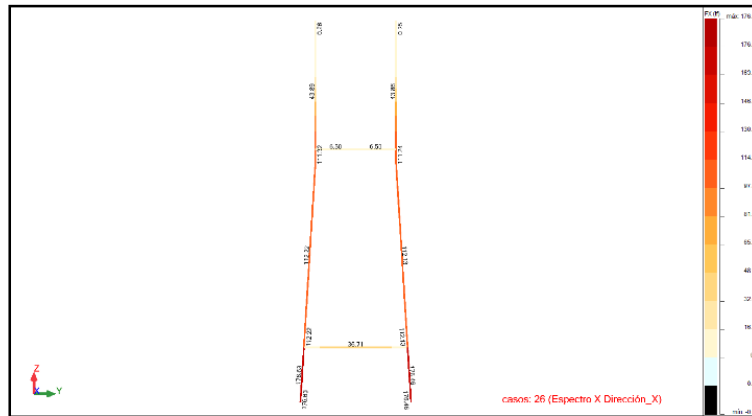
Barra	Fx (tf)	Fy (tf)	Fz (tf)	Mx (tfm)	My (tfm)	Mz (tfm)	Ux (mm)	Uy (mm)	Uz (mm)
38	1135.75	862.13	34.43	63.41	-358.32	4324.80	0.00	0.00	0.00
39	760.25	216.30	22.33	54.74	-125.33	2694.50	0.82	10.40	0.72
40	746.16	187.06	17.52	64.64	-275.50	2365.24	3.86	92.23	2.92
41	25.46	6.21	738.64	118.70	-3988.51	34.47	93.39	2.57	3.77
54	1135.66	862.22	34.68	63.35	-359.17	4325.01	0.00	0.00	0.00
55	760.11	216.32	22.28	54.65	-124.89	2694.59	0.82	10.40	0.72
56	746.04	187.33	17.42	64.59	-274.71	2365.07	3.86	92.23	2.92
57	25.09	6.21	738.61	118.66	-3989.04	34.87	93.39	2.57	3.77
70	866.08	23.23	606.38	132.28	-2401.58	25.37	10.42	0.72	0.44

Nota: Elaboración propia

Esfuerzo (Fx)

Figura 223

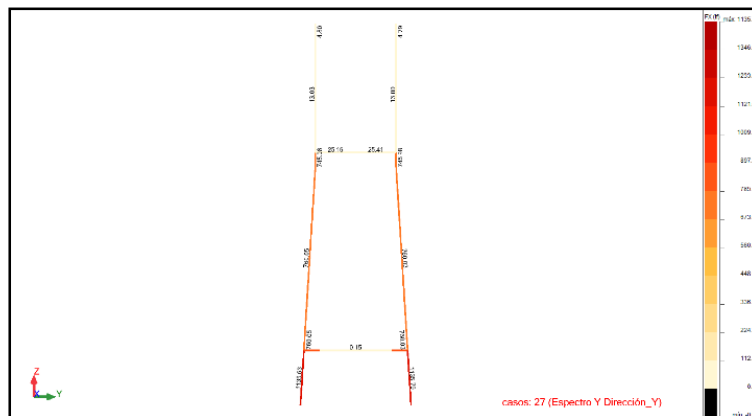
Esfuerzo de Torre – Sismo X



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 224

Esfuerzo de Torre – Sismo Y

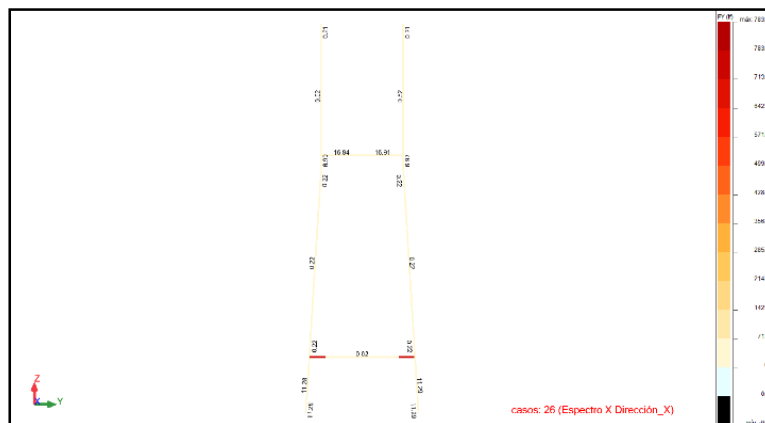


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Esfuerzo (Fy)

Figura 225

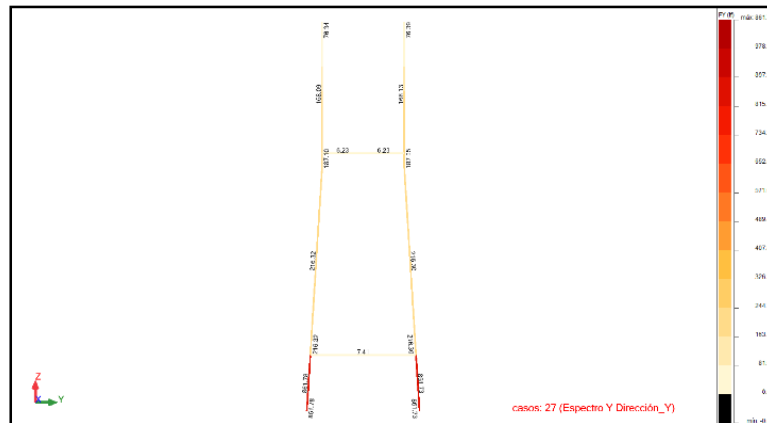
Esfuerzo de Torre – Sismo X



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 226

Esfuerzo de Torre – Sismo Y

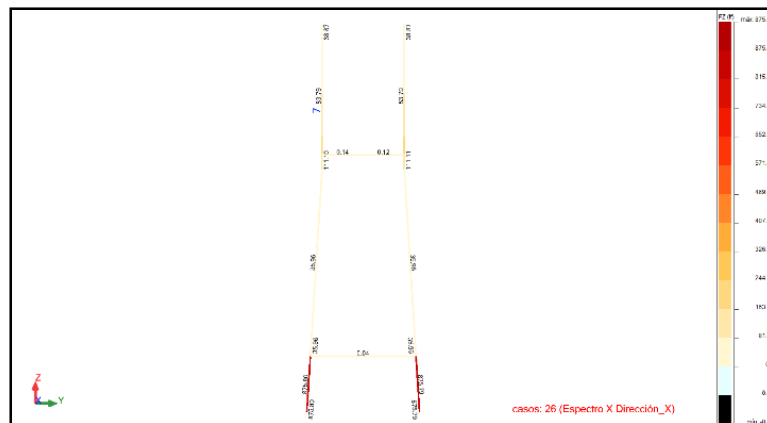


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Esfuerzo (Fz)

Figura 227

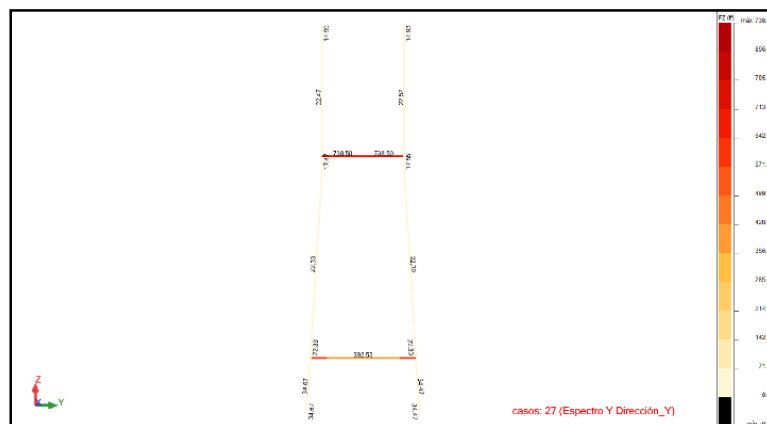
Esfuerzo de Torre – Sismo X



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 228

Esfuerzo de Torre – Sismo Y

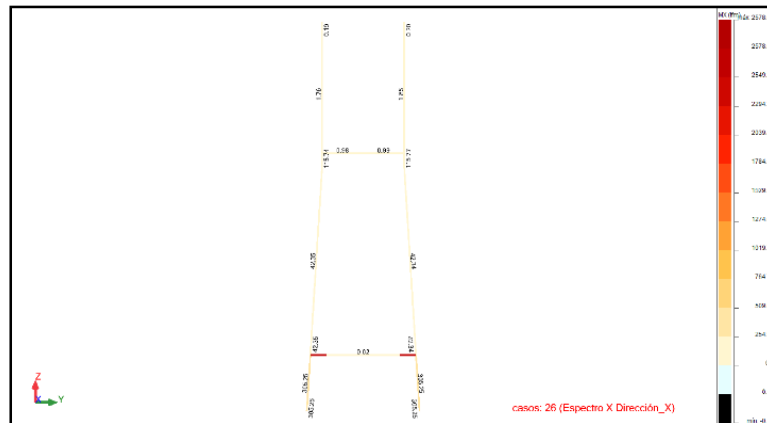


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Momento (Mx)

Figura 229

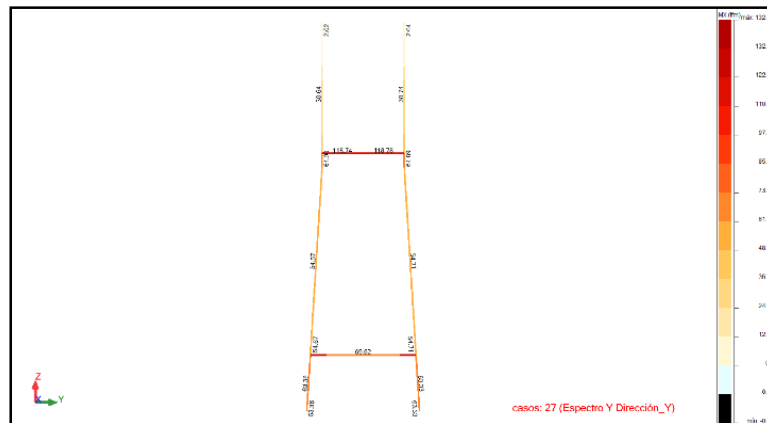
Momento de Torre – Sismo X



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 230

Momento de Torre – Sismo Y

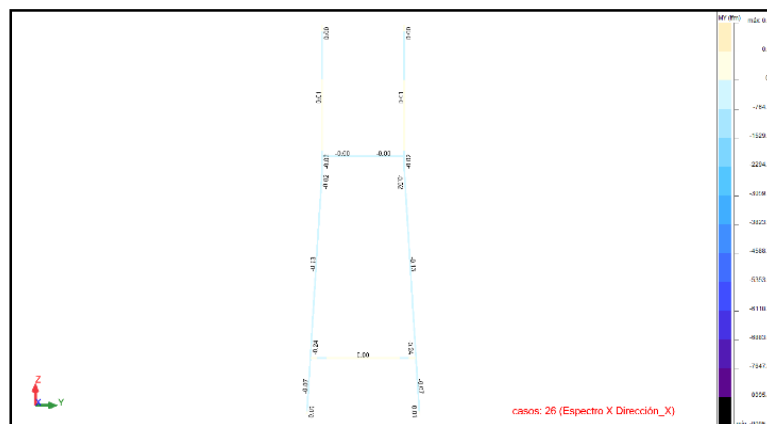


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Momento (My)

Figura 231

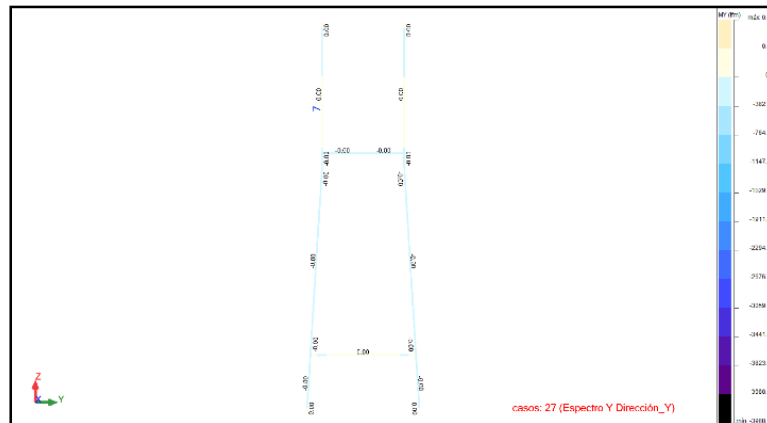
Momento de Torre – Sismo X



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 232

Momento de Torre – Sismo Y

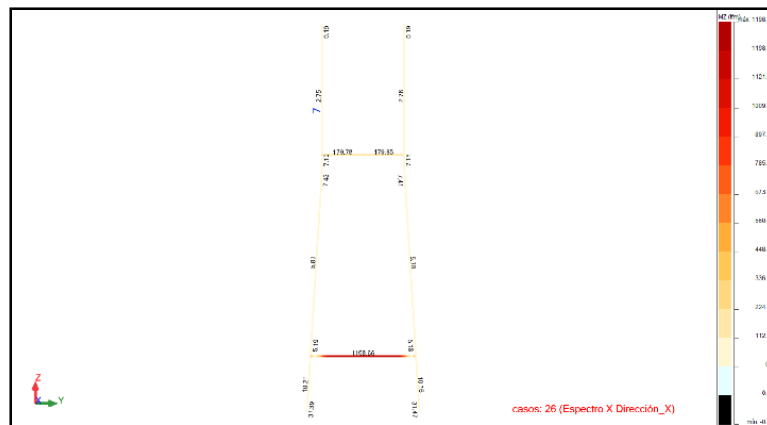


Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Momento (Mz)

Figura 233

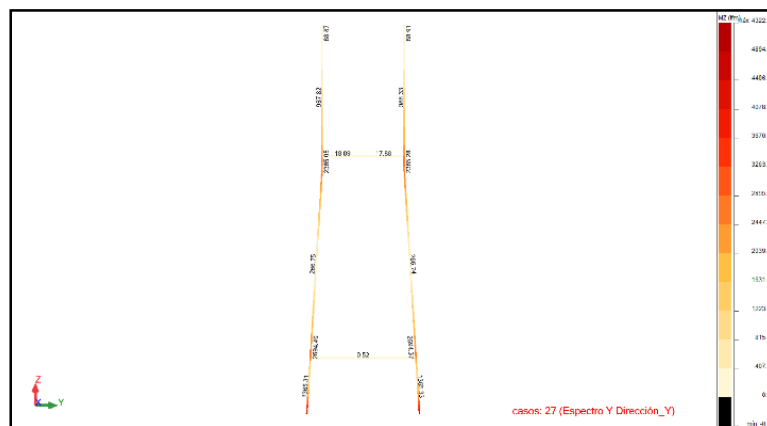
Momento de Torre – Sismo X



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 234

Momento de Torre – Sismo Y



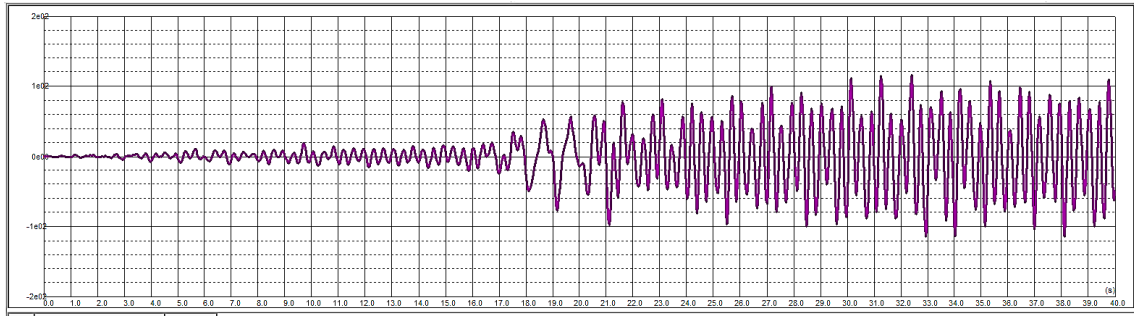
Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

4.6.10. Tiempo – Historia del Puente

El tiempo – historia es una forma de conocer la resistencia del puente ante eventos externos que experimenta la subestructura y superestructura, tal como se muestran en los siguientes cuadros:

Figura 235

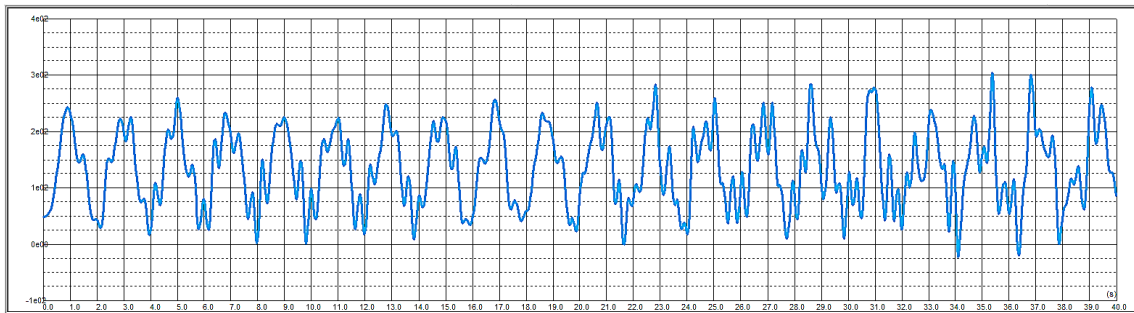
Gráfico de Desplazamiento del Puente según del Sismo de 17 de Octubre de 1966 en Lima, Componente NS.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural, en el cual el desplazamiento máximo obtenido es de 114.87mm. Elaboración propia

Figura 236

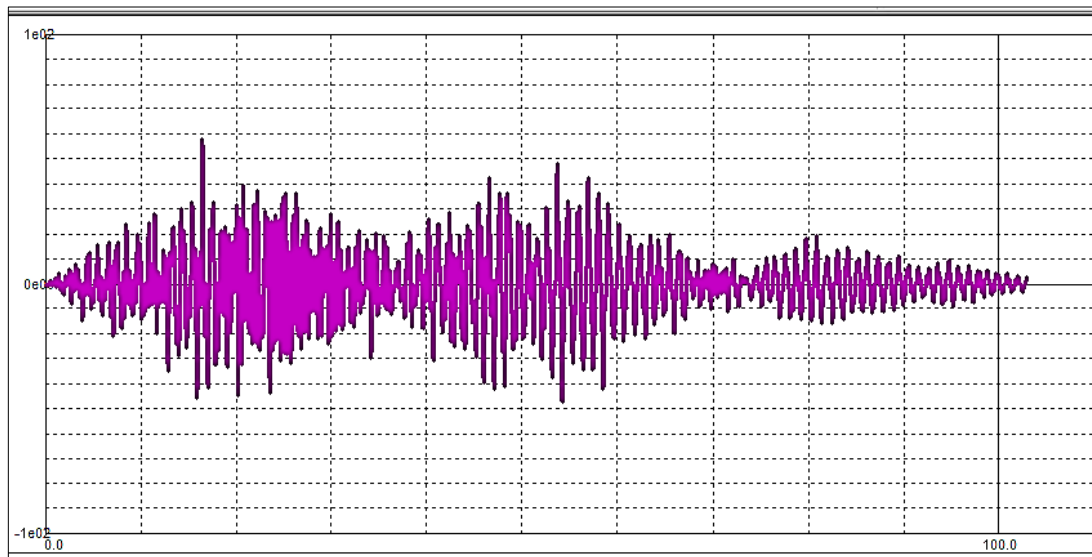
Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 17 de Octubre de 1966 en Lima, Componente EW.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural, en el cual el desplazamiento máximo obtenido es de 303.32mm. Elaboración propia

Figura 237

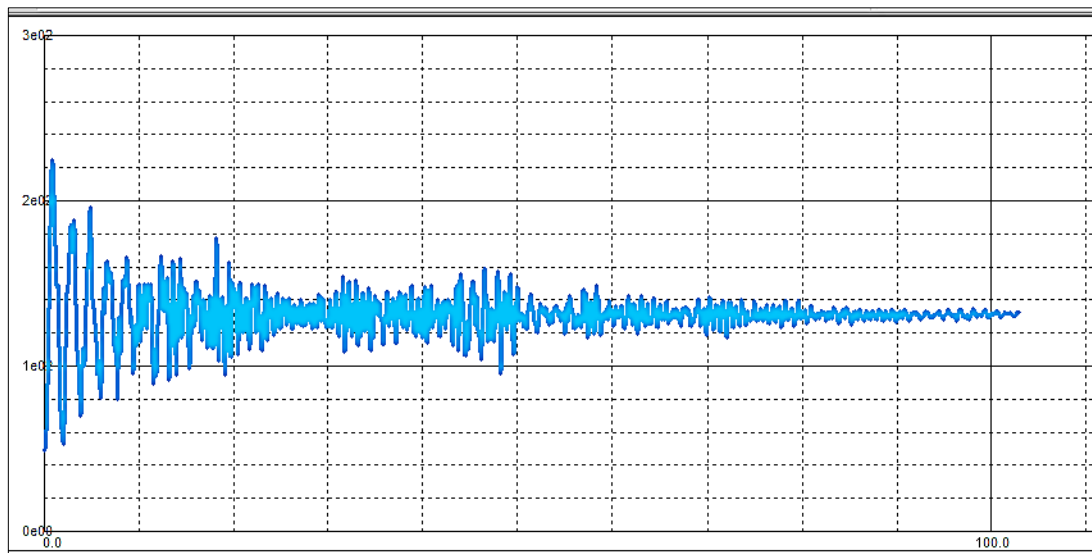
Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 03 de Octubre de 1974 en el Cercado de Lima en Lima, Componente NS.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural, en el cual el desplazamiento máximo obtenido es de 57.47mm . Elaboración propia

Figura 238

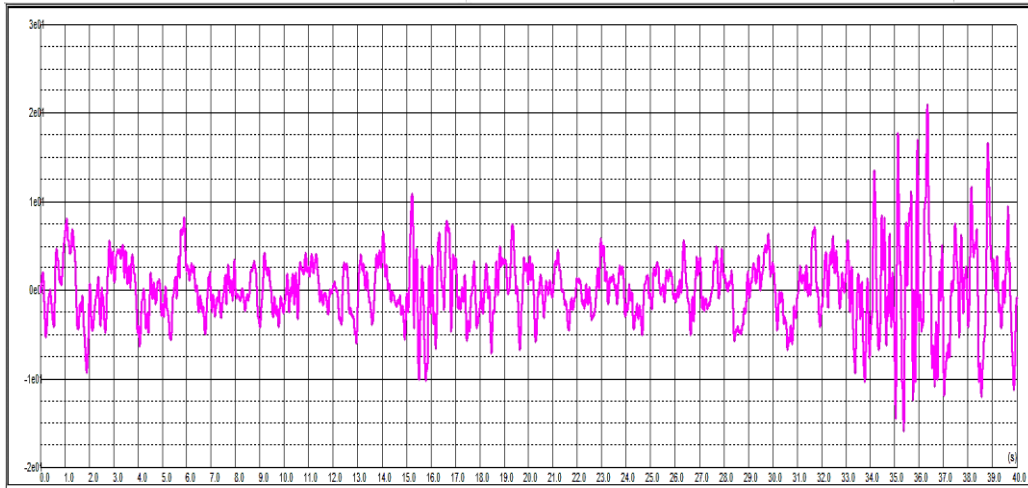
Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 03 de Octubre de 1974 en el Cercado de Lima en Lima, Componente EW.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural, en el cual el desplazamiento máximo obtenido es de 224.12mm . Elaboración propia

Figura 239

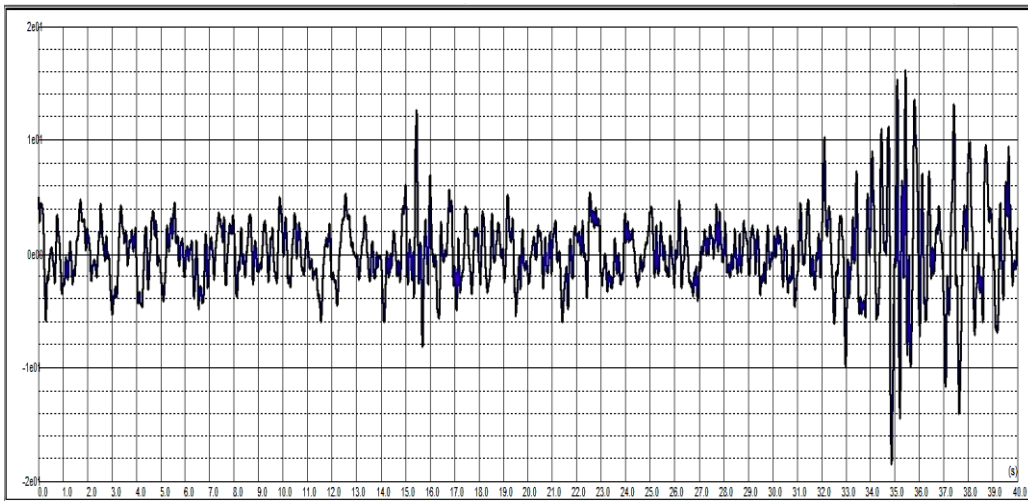
Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 23 de Junio del 2001 en Moquegua, Componente NS.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 240

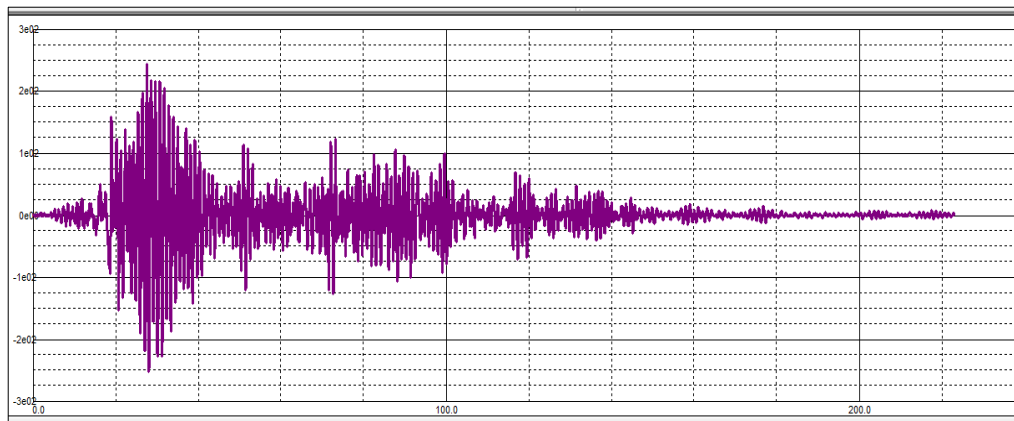
Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 23 de Junio del 2001 en Moquegua, Componente EW.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

Figura 241

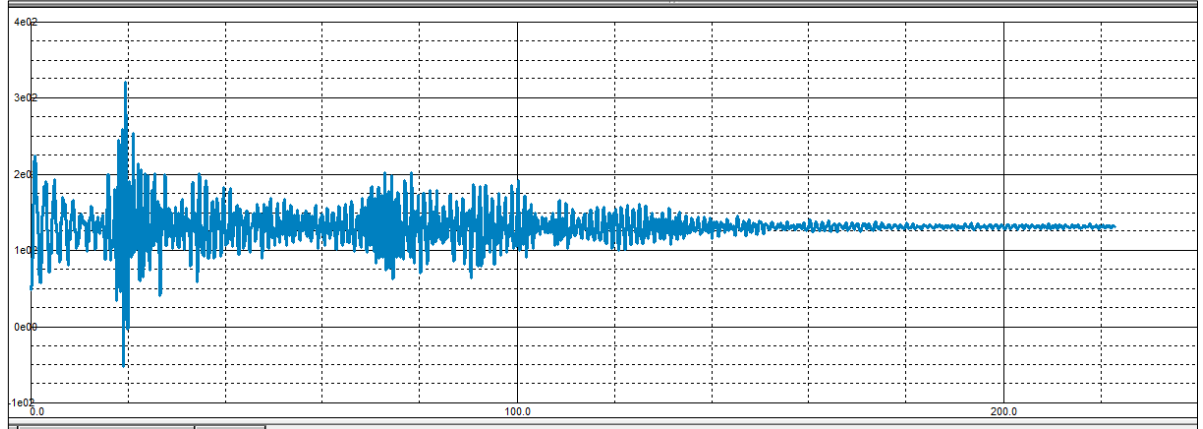
Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 15 de Agosto del 2007 en Ica, Componente NS.



Nota Captura de pantalla del software Robot Structural, en el cual el desplazamiento máximo obtenido es de 244.061mm. Elaboración propia

Figura 242

Gráfico de Desplazamiento del Puente según el Sismo de 15 de Agosto del 2007 en Ica, Componente EW.



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural, en el cual el desplazamiento máximo obtenido es de 319.627mm. Elaboración propia

4.7. Control del Espesor de la Capa Seca de la Pintura

Luego de haberse sacado la lectura puntual y la lectura individual del área de muestra de cada viga, se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 280

Resumen de Comparación

EQUIPO DE INSPECCION: POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03

EQUIPO DE INSPECCION: POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03

ITEM	CODIGO	DIMENSIONES	ESPESOR NOMINAL	ESPESOR	CALF
				(mils) P.Y.	
1	VT-MI	1/2	2-3 mils	2.7	AC.
2	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	7.9	AC.
3	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.5	AC.
4	VT-MI	1/2	6-8 mils	7.5	AC.
5	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.6	AC.
6	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	7.5	AC.
7	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.8	AC.
8	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	7.6	AC.
9	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.7	AC.
10	VT-MI	1/2	6-8 mils	7.8	AC.
11	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.7	AC.

EQUIPO DE INSPECCION: POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03

EQUIPO DE INSPECCION: POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03

ITEM	CODIGO	DIMENSIONES	ESPESOR NOMINAL	ESPESOR	CALF
				(mils) P.Y.	
12	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	7.7	AC.
13	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.8	AC.
14	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	7.9	AC.
15	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.5	AC.
16	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	8	AC.
17	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.7	AC.
18	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	7.7	AC.
19	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.8	AC.
20	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	7.8	AC.
21	VT-MI	1.36 x 9.00m	2-3 mils	2.6	AC.
22	VT-MI	1.36 x 9.00m	6-8 mils	7.5	AC.
23	VT-MI	1.99 x 8.30m	2-3 mils	2.8	AC.
24	VP-MI	1.99 x 8.30m	6-8 mils	7.4	AC.
25	VP-MI	1.99 x 9.75m	2-3 mils	2.6	AC.
26	VP-MI	1.99 x 9.75m	6-8 mils	7.7	AC.
27	VT-MI	1.99 x 9.30m	2-3 mils	2.7	AC.
28	VP-MI	1.99 x 9.30m	6-8 mils	7.9	AC.
29	VP-MI	1.98 x 9.75m	2-3 mils	2.5	AC.
30	VP-MI	1.98 x 9.75m	6-8 mils	8.1	AC.
31	VT-MI	1.98 x 9.75m	2-3 mils	2.6	AC.
32	VP-MI	1.98 x 9.75m	6-8 mils	7.8	AC.
33	VP-MI	1.98 x 9.17m	2-3 mils	2.5	AC.
34	VP-MI	1.98 x 9.17m	6-8 mils	7.9	AC.
35	VP-MI	1.99 x 8.30m	2-3 mils	2.6	AC.
36	VP-MI	1.99 x 8.30m	6-8 mils	7.8	AC.
37	VP-MI	1.98 x 9.75m	2-3 mils	2.5	AC.
38	VP-MI	1.98 x 9.75m	6-8 mils	7.6	AC.
39	VP-MI	1.99 x 9.30m	2-3 mils	2.5	AC.
40	VP-MI	1.99 x 9.30m	6-8 mils	7.9	AC.
41	VP-MI	1.98 x 9.75m	2-3 mils	2.7	AC.
42	VP-MI	1.98 x 9.75m	6-8 mils	7.8	AC.

EQUIPO DE INSPECCION: POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03

EQUIPO DE INSPECCION: POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03

ITEM	CODIGO	DIMENSIONES	ESPESOR NOMINAL	ESPESOR	CALF
				(mils) P.Y.	
43	VP-MI	1.98 x 9.75m	2-3 mils	2.5	AC.
44	VP-MI	1.98 x 9.75m	6-8 mils	8	AC.
45	VP-MI	1.98 x 9.17m	2-3 mils	2.6	AC.
46	VP-MI	1.98 x 9.17m	6-8 mils	8	AC.

Nota: Elaboración propia

Resultados:

Las vigas principales y transversales del Puente Comunero I cumplen con los requisitos exigidos por la NORMA SSPC PA2 – 2004.

CAPÍTULO V

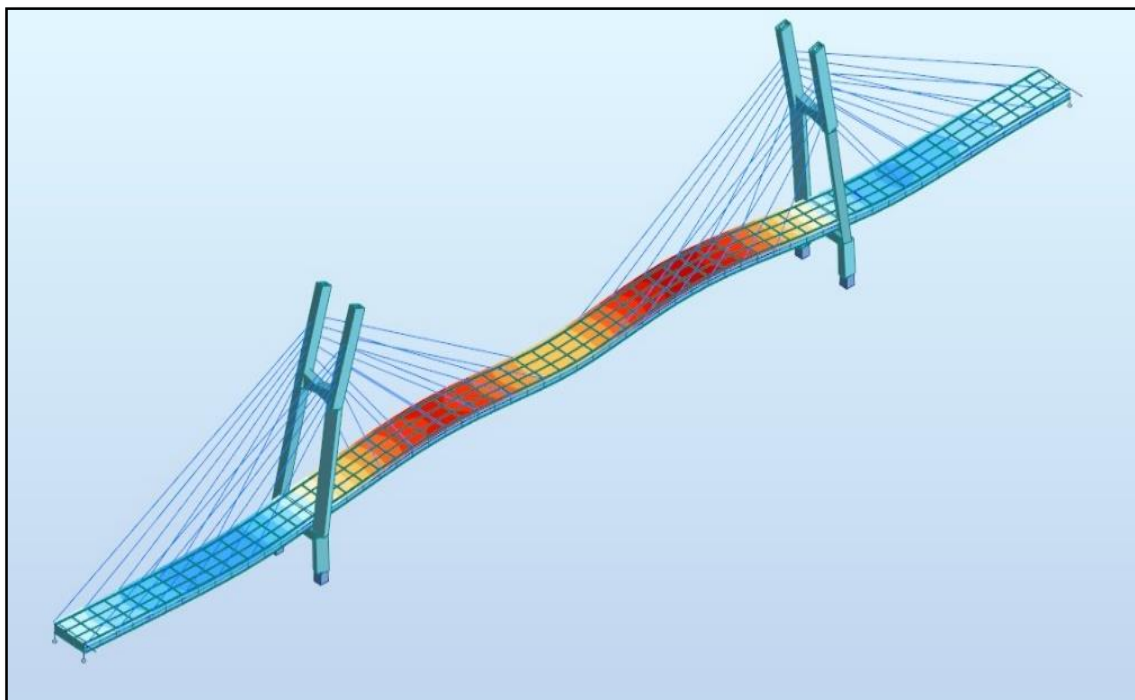
DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. La identificación de patologías luego de su rehabilitación del puente Comunero I se encontraron: cangrejas en el pilón, eflorescencia en la losa de concreto, desgaste y desprendimiento de la pintura en la baranda metálica, desconchamiento y fisuras de la pintura en las barandas de concreto, generando una inestabilidad estructural futura para los elementos de concreto y un daño a la baranda metálica.
2. El levantamiento topográfico se desarrolló con un área de influencia de 840m aguas arriba y 590m aguas abajo, teniendo como pendiente del Río Mantaro de 0.27 ‰.
3. Los resultados granulométricos del objeto de estudio, realizado con el Manual de Puentes, se realizaron 6 calicatas de profundidades de 1.50 m, además el sondeo abarco una profundidad de 3.0 m teniendo como resultado: C-01 es GP, C-02 es GW, C-03 es GW, C-04 es GP, C-05 es GP y C-06 es GP, según la clasificación S.U.C.S. y ASHTHO es grava mal gradada con arena y como D50 igual a 15.20.
4. La socavación general para los caudales de los periodos de retorno de 100 y 500 años, con un caudal máximo de 724.53 m³/s para 500 años de 1.68 m de altura. Por lo cual no perjudicaría la estabilidad del Puente.
 - La socavación local de los pilares del Puente Comunero I, realizada en el software HEC-RAS, las profundidades obtenidas en el modelo son: 6.85m para un caudal de 623.94 m³/s para un periodo de retorno de 100 años, y 7.18m para un caudal de 724.53 m³/s para un periodo de 500 años. Por lo cual perjudicaría la estabilidad del Puente.
 - La socavación local de los estribos del Puente Comunero I, realizada en el software HEC-RAS, las profundidades obtenidas en el modelo: del estribo derecho es 13.55 m para un caudal de 623.94 m³/s para un periodo de retorno de 100 años, y 14.34 m para un caudal de 724.53 m³/s para un periodo de 500 años y del estribo izquierdo es 16.36m para un caudal de 623.94 m³/s para un periodo de retorno de 100 años, y 17.21 m para un caudal de 724.53 m³/s para un periodo de 500 años. Por lo cual perjudicaría la estabilidad del Puente.

5. La resistencia a la compresión obtenida con el ensayo de Esclerometría de los elementos de concreto como: losa, estribos y pilón, tienen incidencia considerable en comparación con la resistencia diseñada, por lo que se puede deducir que todos los elementos de concreto armado tienen una óptima funcionalidad, así mismo la resistencia del acero estructural, barra de fibra de carbono y lamina de fibra de carbono se tomaron del expediente técnico del proyecto, datos insertados al software robot estructural para su posterior evaluación de las condiciones reforzadas y no reforzadas.
6. Obtenidos los resultados del software, muestran la deflexión sometida a la estructura antes y después de su reforzamiento en la losa, se procedió a comparar los datos simulados a las condiciones reales del mismo.
 - La simulación del puente realizada en el software AUTODESK ROBOT, concluye los siguientes resultados según las cargas aplicadas, teniendo una resistencia para el concreto en la losa de 600 kgf/cm^2 y con el reforzamiento con CFRP.

Figura 243

Deflexión en el Software AUTODESK ROBOT



Nota: Captura de pantalla del software Robot Structural. Elaboración propia

- Atendiendo al objetivo principal, se realizó una gráfica comparativa entre la losa sin CFRP y con CFRP, según el modelo de elementos finitos.

Figura 244

Curva de Deflexión de Losa sin CFRP vs. con CFRP



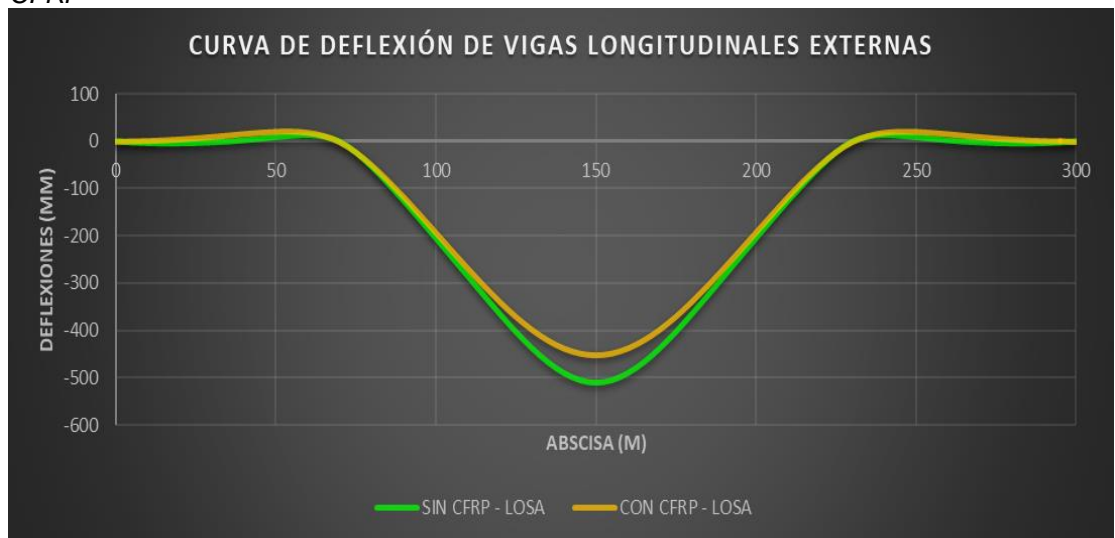
Nota: Elaboración propia

El resultado que se observa, se tiene una flecha máxima de -510.53 mm para la losa sin CFRP y una flecha máxima de -451.38 mm para la losa con CFRP, entonces el reforzamiento estructural de la losa, tiene una influencia significativa en la rigidez a flexión del puente Comunero I.

- Se realizó una gráfica comparativa de cómo influye la losa reforzada CFRP en las vigas longitudinales, según el modelo de elementos finitos.

Figura 245

Curva de Deflexión de Viga Longitudinales en los Extremos de Losa sin CFRP vs. con CFRP

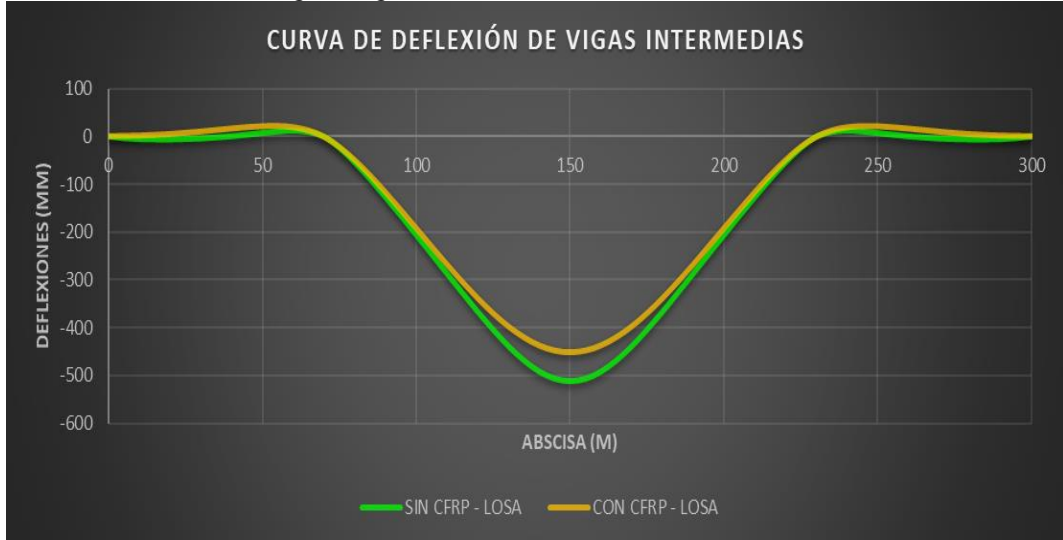


Nota: Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga longitudinales externas tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -509.44 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de -452.11 mm.

Figura 246

Curva de Deflexión de Viga Longitudinales Intermedias de Losa sin CFRP vs. con CFRP



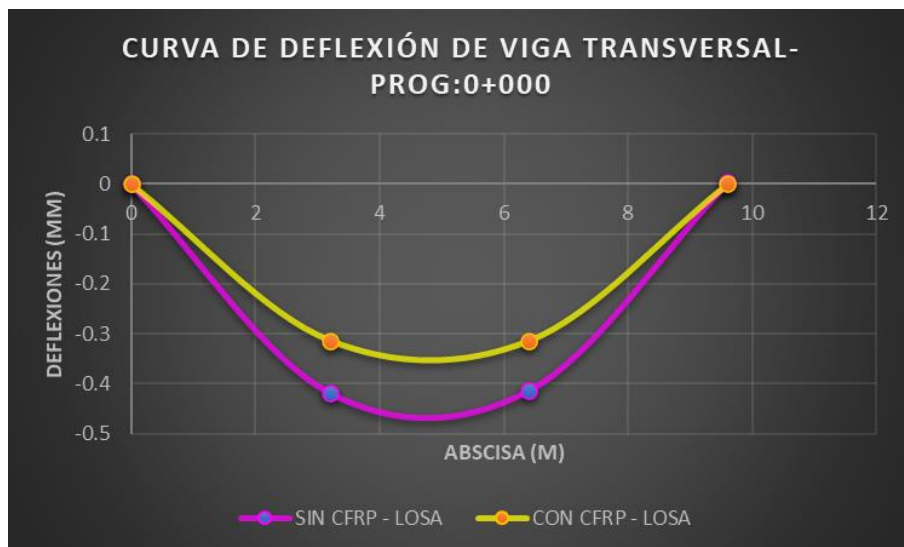
Nota: Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga longitudinales externas tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -510.53 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de -451.38 mm.

- Se realizó una gráfica comparativa de cómo influye la losa reforzada CFRP en las vigas transversales, según el modelo de elementos finitos.

Figura 247

Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+000 de Losa sin CFRP vs. con CFRP

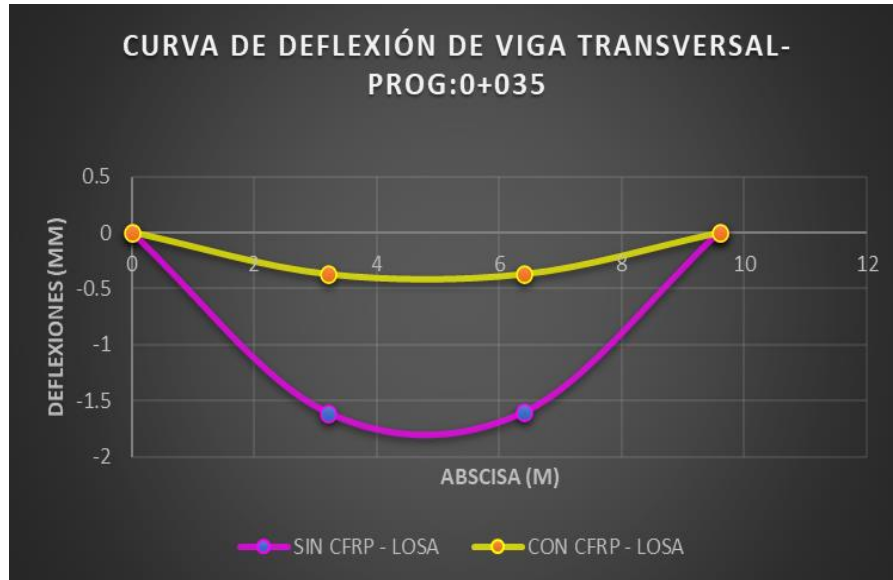


Nota: Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga transversal, tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -0.461 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de -0.354mm.

Figura 248

Curva de deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+035 de Losa sin CFRP vs. con CFRP

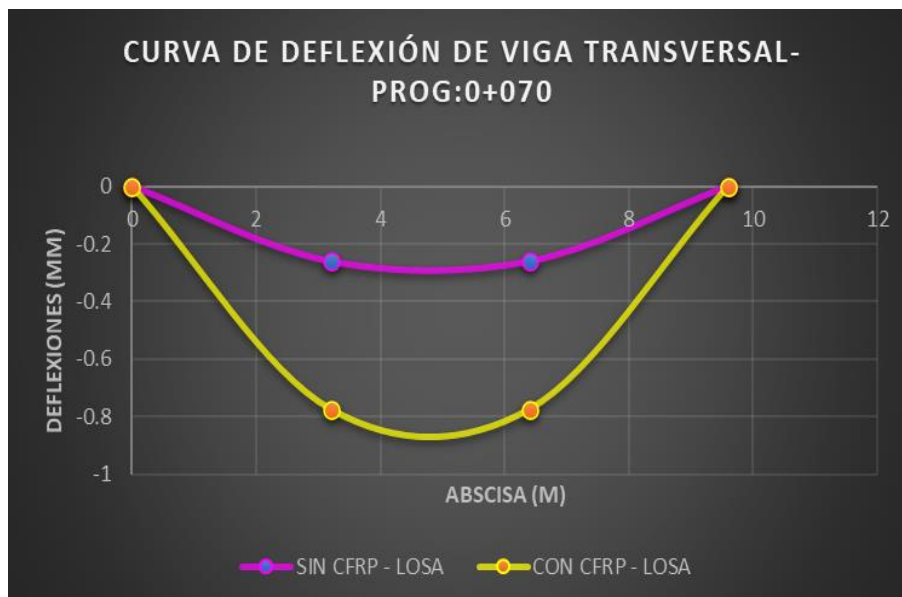


Nota: Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga transversal, tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -1.73 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de -0.415mm

Figura 249

Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+070 de Losa sin CFRP vs. con CFRP

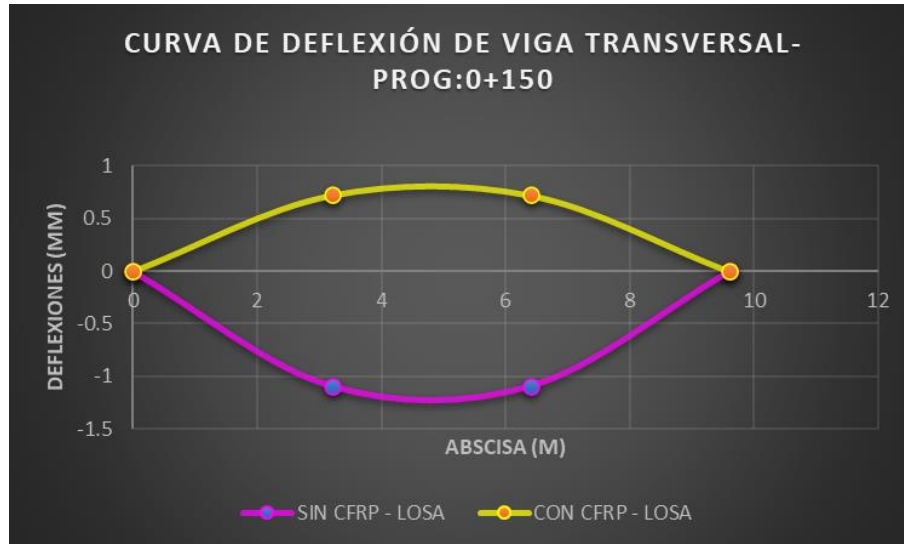


Nota: Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga transversal, tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -0.294 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de -0.829mm

Figura 250

Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+150 de Losa sin CFRP vs. con CFRP

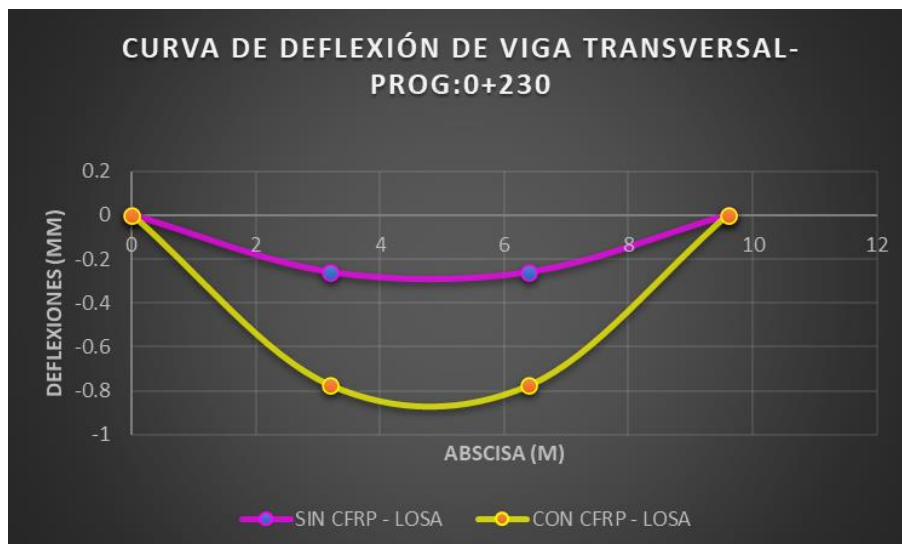


Nota: Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga transversal, tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -1.215 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de 0.818 mm

Figura 251

Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+230 de Losa sin CFRP vs. con CFRP

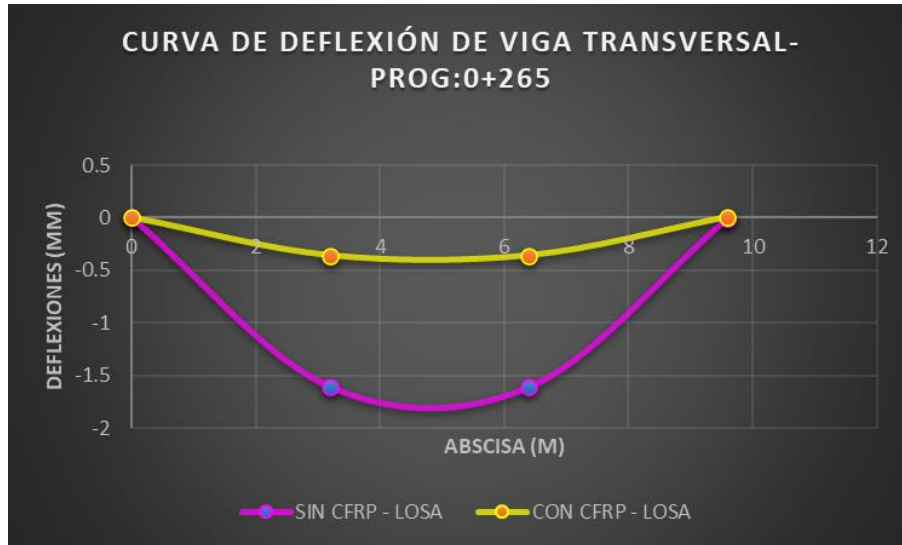


Nota: Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga transversal, tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -0.292 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de -0.832 mm

Figura 252

Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+265 de Losa sin CFRP vs. con CFRP

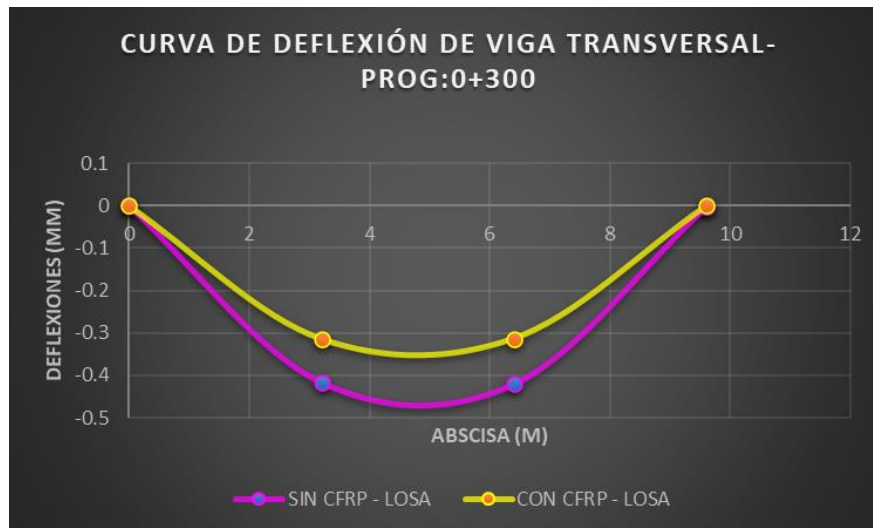


Nota: Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga transversal, tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -1.723 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de -0.405 mm

Figura 253

Curva de Deflexión de Viga Transversal en la Progresiva 0+300 de Losa sin CFRP vs. con CFRP



Nota: Elaboración propia

El resultado que se observa para la viga transversal, tiene una flecha máxima sin reforzamiento de losa de -0.45 mm y una flecha máxima con la losa reforzada de -0.344 mm

- El tipo de cable utilizado en el puente Comunero I está de acuerdo al AASHTO A416 GR270, por lo cual se realizó la verificación de la resistencia a tracción en los tirantes con el Manual de Puentes.

Tabla 281

Propiedades de Torón de Pretensar y de Barras

Material	Grado o Tipo	Diámetro (in)	Resistencia a la Tracción f_{pu} en (ksi)	Resistencia a la Fluencia f_{py} en (ksi)
Toron (Strand)	250 ksi (17,600 kg/cm ²)	1/4 a 0.60	250 ksi (17,600 kg/cm ²)	85% de f_{pu} , excepto
	270 ksi (19,000 kg/cm ²)	3/8 a 0.60	270 ksi (19,000 kg/cm ²)	90% de f_{pu} , para torones de baja relajacion
Barra	Tipo 1, liso	3/4 a 1-3/8	150 ksi (10,560 kg/cm ²)	85% de f_{pu}
	Tipo 2, corrugado	5/8 a 1-3/8	150 ksi (10,560 kg/cm ²)	80% de f_{pu}

Nota: Adaptado de Manual de Puentes (p.137), por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, AASHTO.

Tabla 282

Cuadro de Verificación de la Resistencia a Tracción de los Tirantes-Aguas Abajo

CABLES	FX (kN)	Fx/Ax (kPa)	Fpu (kPa)	VERIFICACIÓN
CABLE_T1_I	-1473.90	-673322.21	1863263.50	OK
CABLE_T2_I	-1600.53	-731170.37	1863263.50	OK
CABLE_T3_I	-2244.07	-647472.30	1863263.50	OK
CABLE_T4_I	-2153.34	-536577.18	1863263.50	OK
CABLE_T5_I	-2114.66	-526938.13	1863263.50	OK
CABLE_T6_I	-2633.93	-534785.67	1863263.50	OK
CABLE_T1_D	-1473.87	-673307.39	1863263.50	OK
CABLE_T2_D	-1600.44	-731130.31	1863263.50	OK
CABLE_T3_D	-1992.52	-574893.53	1863263.50	OK
CABLE_T4_D	-2608.23	-649929.82	1863263.50	OK
CABLE_T5_D	-2115.74	-527207.66	1863263.50	OK
CABLE_T6_D	-2636.29	-535265.16	1863263.50	OK
CABLE_T1_D'	-1274.31	-582142.49	1863263.50	OK
CABLE_T2_D'	-1418.16	-647856.07	1863263.50	OK
CABLE_T3_D'	-1852.00	-534349.31	1863263.50	OK
CABLE_T4_D'	-2406.05	-599549.70	1863263.50	OK
CABLE_T5_D'	-2023.83	-504304.67	1863263.50	OK
CABLE_T6_D'	-2808.83	-570296.89	1863263.50	OK
CABLE_T1_I'	-1276.02	-582922.33	1863263.50	OK

CABLES	FX (kN)	Fx/Ax (kPa)	Fpu (kPa)	VERIFICACIÓN
CABLE_T2_I'	-1419.56	-648496.94	1863263.50	OK
CABLE_T3_I'	-2005.02	-578498.17	1863263.50	OK
CABLE_T4_I'	-1954.91	-487132.29	1863263.50	OK
CABLE_T5_I'	-2027.43	-505202.58	1863263.50	OK
CABLE_T6_I'	-2712.70	-550778.85	1863263.50	OK

Nota: Elaboración propia con el software Robot Structural

Tabla 283

Cuadro de Verificación de la Resistencia a Tracción de los Tirantes-Aguas Arriba

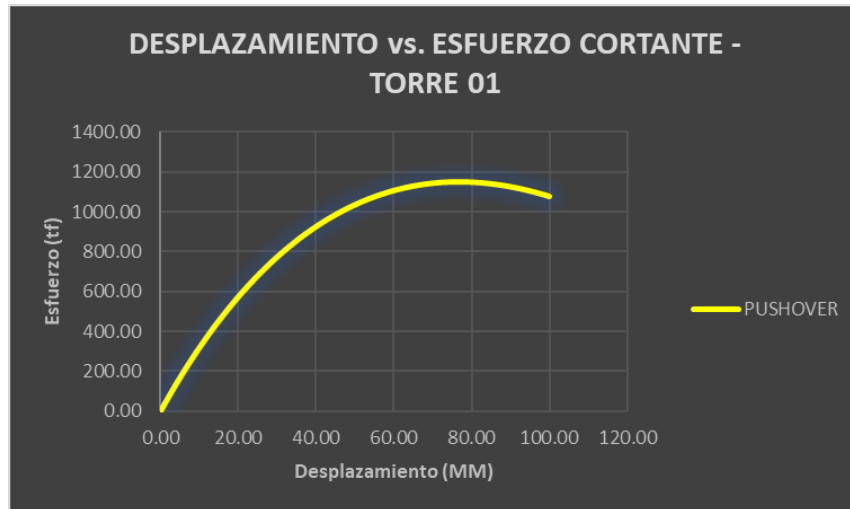
CABLES	FX (kN)	Fx/Ax (kPa)	Fpu (kPa)	VERIFICACIÓN
CABLE_T1_I	-1473.87	-673305.65	1863284.50	OK
CABLE_T2_I	-1600.44	-731127.55	1863283.50	OK
CABLE_T3_I	-1992.51	-574890.28	1863282.50	OK
CABLE_T4_I	-2608.22	-649926.31	1863281.50	OK
CABLE_T5_I	-2115.72	-527204.01	1863280.50	OK
CABLE_T6_I	-2636.27	-535261.40	1863279.50	OK
CABLE_T1_D	-1473.91	-673323.94	1863273.50	OK
CABLE_T2_D	-1600.54	-731173.12	1863272.50	OK
CABLE_T3_D	-2244.09	-647475.53	1863271.50	OK
CABLE_T4_D	-2153.35	-536580.66	1863270.50	OK
CABLE_T5_D	-2114.67	-526941.76	1863269.50	OK
CABLE_T6_D	-2633.94	-534789.41	1863268.50	OK
CABLE_T1_D'	-1276.04	-582933.29	1863267.50	OK
CABLE_T2_D'	-1419.59	-648509.08	1863266.50	OK
CABLE_T3_D'	-2005.06	-578510.42	1863265.50	OK
CABLE_T4_D'	-1954.96	-487144.25	1863264.50	OK
CABLE_T5_D'	-2027.47	-505212.71	1863263.50	OK
CABLE_T6_D'	-2712.67	-550773.54	1863285.50	OK
CABLE_T1_I'	-1274.29	-582131.46	1863278.50	OK
CABLE_T2_I'	-1418.13	-647843.85	1863277.50	OK
CABLE_T3_I'	-1851.96	-534336.97	1863276.50	OK
CABLE_T4_I'	-2406.00	-599537.62	1863275.50	OK
CABLE_T5_I'	-2023.78	-504294.45	1863274.50	OK
CABLE_T6_I'	-2808.85	-570302.24	1863286.50	OK

Nota: Elaboración propia con el software Robot Structural

7. Como resultado del Análisis No lineal Estático de las torres del Puente Comunero I en el software AUTODESK ROBOT, se obtuvo el análisis

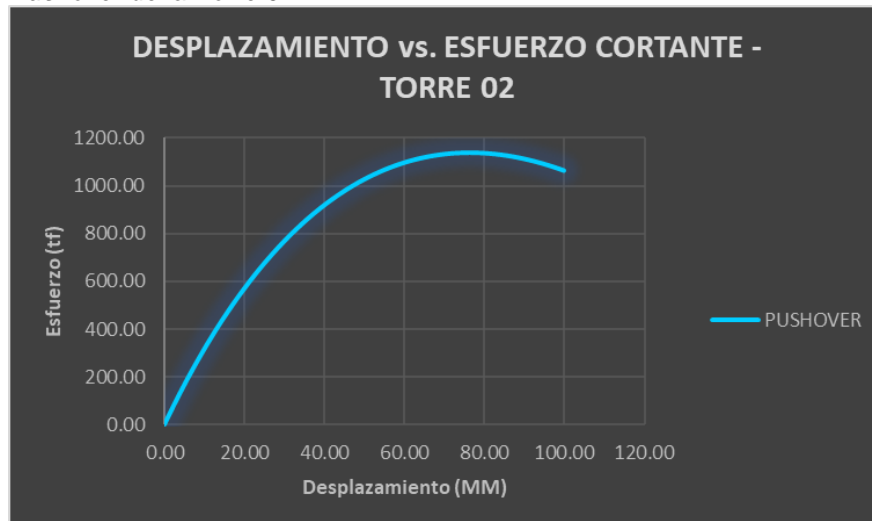
Pushover, la cual presenta la curva de capacidad, es decir, la fuerza cortante vs. el desplazamiento.

Figura 254
Análisis Pushover de la Torre 01



Nota: Elaboración propia

Figura 255
Análisis Pushover de la Torre 02



Nota: Elaboración propia

Vemos como la estructura va perdiendo rigidez a medida que aumenta la deformación o ductilidad, simplemente la estructura está disipando la energía que produce el sismo.

8. Ante los eventos extremos analizados de los años 1966, 1974, 2001 y 2007, en direcciones “X” y “Y” según establece la Norma Técnica Peruana E030, el Puente Comunero I, tolera las deformaciones sufridas con el evento de 2007 con un máximo de en X=319.63mm e Y=224.06mm según el límite de seguridad, por lo tanto, en ningún caso llega a la zona de prevención de colapso.

9. El instrumento de medición POSITECTOR 6000-FNS-0069-416-03 permitió tomar los datos de los espesores de pintura en las vigas principales y transversales del puente Comunero i, bajo el criterio de la norma SSPC PA2 - 2004, se realizó un control de los espesores de la pintura, obteniéndose los resultados aceptables.

CONCLUSIONES

- Se concluye que los elementos que integran al puente Comunero I, están expuestos a la presencia de patologías, dejándolos vulnerables a los eventos externos (condiciones climáticas, vientos, sismos, socavación, etc.) causando impactos negativos en la subestructura y superestructura, así. afectando su funcionalidad.
- Se calculo las profundidades de socavación para la subestructura (estribos y pilones) en los periodos de retorno de 100 y 500 años concluyendo que: la socavación general no perjudicaría su estabilidad y la socavación local perjudicaría la estabilidad del puente Comunero I.
- De la evaluación estructural después de realizar los reforzamientos a la losa de concreto del puente Comunero I, se concluye que: con el reforzamiento estructural (CFRP) en la losa, tiene una influencia significativa en la rigidez a flexión de la superestructura; la resistencia a tracción de los tirantes según la AASHTO A416 GR270 tiene un rango aceptable; según el análisis pushover se tiene que los elementos estructurales bajo el aumento de las cargas estáticas este tiene a deformarse y a disiparse la energía producida y según el análisis tiempo historia los registros sísmicos de los años 1966, 1974, 2001 y 2007 en direcciones “X” y “Y”, se denotó que el puente no llega al colapsar
- La inspección realizada a los componentes del puente Comunero I después de su rehabilitación, se concluye que se encontraron patologías en el concreto que afectarían a su función estructural; y patologías encontradas en la pintura provocando alteraciones del material expuesto a las condiciones climáticas de la zona.
- De la evaluación del espesor de la pintura en los elementos de acero estructural (vigas principales y transversales) del puente Comunero I, se concluye que cumplen con la variación del espesor mínimo y máximo (entre el 80% y 120%), de la medida especificada según la norma SSPC PA2 – 2004.

RECOMENDACIONES

En base de los resultados y conclusiones obtenidos de la presente investigación se recomienda:

- Realizar el análisis no lineal estático (Pushover) y el análisis no lineal dinámico (tiempo-historia), para ver el desempeño del puente ante situaciones extremas.
- Proteger de forma local la subestructura (pilones y estribos) por medio del enrocado, relleno con un mínimo de tres capas hasta las elevaciones que alcanza la socavación a largo plazo.
- Implementar estudios que ayuden a los ingenieros en los reforzamientos de las estructuras con los materiales necesarios para prevenir su destrucción y por ende pérdidas económicas.
- Realizar mantenimientos rutinarios y periódicos a fin de asegurar y prolongar la vida útil de los puentes, con una rápida intervención de los elementos de la estructura dañados (en el concreto, acero y pintura) con el equipo técnico especializado.
- Realizar el mantenimiento de la lámina de fibra de carbono colocada en la parte inferior de la losa del puente Comunero I, teniendo como énfasis la pérdida de adherencia de este material.
- Adaptar las normas internacionales sobre reforzamiento estructural a las normas técnicas peruanas respetando los parámetros mínimos y máximos, teniendo en consideración los materiales que se encuentran en nuestro país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI 440 2R-08. (2008). *Guía para el Diseño y Construcción*. Estados Unidos: American Concrete Institute.
- Baquedano, F. (1982). *Vida útil de puentes*. Francia: I.E.T.c.c.
- Blas Francia, J. M., & Sosa Altamiza, E. P. (2019). Evaluación del desempeño sísmico bajo el método de análisis estático no lineal pushover, caso puente ricito ubicado en el Distrito de Bellavista - Piura. *Para optar el título profesional de ingeniero civil*. Universidad Ricardo Palma, Perú.
- Caballero Talledo, R. D. (2019). Evaluación por desempeño hidraulico y estructura del puente pasamayito antes maximas avenidas. *Para optar el título profesional de ingeniero civil*. Universidad Señor de Sipán, Perú.
- CIIFEN. (2018). *Entiendo el clima de la cuenca del Rio Mantaro, Perú*. Perú: USAID.
- Contreras Pérez, C. A., & Reyes Ravelo, E. d. (2014). Evaluación, diagnóstico patológico y propuesta de intervención del Puente Romero Aguirre. *Tesis para optar el grado academico de ingeniero civil*. Universidad de Cartagena, Colombia.
- De la Cruz Sulca, J. C. (2012). Diseño estructural de puentes atirantados con refuerzo de fibras de carbono expuestos en zonas de alto grado de corrosión. *Para optar el titulo profesional de ingeniero civil*. Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.
- Felipe Matías, E. (2016). Socavación producida por el río huallaga al puente colpa alta en la provincia de huánuco, utilizando los métodos de artamanov, straub y maza, en el HEC-RAS. *Máster en Ingeniería civil con mención en ingeniería vial*. Universidad de Piura, Perú.
- Gutierrez Gracia, V. J. (2016). Respuesta estructural de un puente de tirantes de gran luz variando las condicones de los vanos laterales. *Tesis de master*. Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech, España.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
- López Salamea , D. J. (2018). Diagnóstico y propuesta de intervención del puente Ochoa León. *Trabajo de titulación previo a la obtención del titulo de ingeniero civil*. Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Mayhua Matamoros, D. (2014). Evaluación del colapso del Puente Atirantado Yanango – Tarma – Junín. *Para optar el titulo profesional de ingeniero civil*. Universidad Nacional del centro del Perú, Perú.
- Millán, A. (24 de Marzo de 2017). *Perú: cómo un puente del siglo XVII resistió más que uno moderno a las fuertes inundaciones en Lima*. Obtenido de BBC NEWS Mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-39381349>
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC]. (2008). *Manual de hidrologia, hidraulica y drenaje*. Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC]. (2018). *Manual de Puentes*. Perú.
- Muñoz Lozano, I. (2018). Estudio de la erosión local en pilas de puentes. Aplicación al puente de la N II Río Tordera. *Trabajo de fin de master*. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- R., W. (1999). *Cable – Stayed Bridges 2th edition*. London: Thomas Telford Ltd.
- SSPC-PA 2. (2004). *Medida de Espesor de Capa Seca con Calibrador Magnético*.
- T. Velásquez, C. (26 de Mayo de 2019). *Reporte Complementario N° 1260 - 26/05/2019 / COEN - INDECI / 17:20 HORAS*. Lima - Perú: COEN. Obtenido de COEN.

- Tadeu Mascia, N., & Lenz Sartorti, A. (Abril de 2011). *Identificación y análisis de patologías en puentes de carreteras urbanas y rurales*. Obtenido de Revista ingeniería de construcción:
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732011000100001#back
- Valdebenito, G. E., & C. Aparicio, Á. (2005). Comportamiento sísmico de puentes ttrantados y disipación de energía adicional: un estado del conocimiento. *Monografías de ingeniería sísmica*. Centro Internacional de Metodos Numericos en Ingenieria, Barcelona.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020

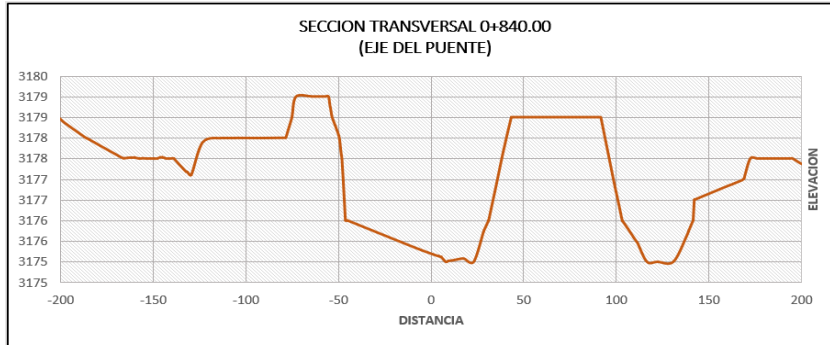
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál es la condición real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar la condición real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La condición real del puente de Comunero I es confiable después de su rehabilitación, región Junín 2020.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Rehabilitación</p>	<p>Hidrológica</p> <p>Estructural</p> <p>Inspección</p> <p>Pintura</p>	<p>Caudal</p> <p>Desplazamientos</p> <p>Patologías</p> <p>Calidad</p>	<p>Método de investigación: Cuantitativo. Tipo de investigación: Aplicado. Nivel de investigación: Explicativo Diseño de investigación: El diseño de investigación utilizará un esquema Cuasi experimental, considerando que el análisis a realizar es teórico, bajo el siguiente esquema. OE → SA → XP → CE → RE Donde: OE = Objeto de Estudio SA = Puente comunero I XP = Rehabilitación CE = Condición Real RE = Resultados y Conclusiones Cuando: 2020. Población y muestra: Población. La población está constituida por el puente Comunero I. Muestra: La muestra es de acuerdo al método no probabilístico intencional, y referida a los componentes del Puente Comunero I. Técnicas e instrumentos: Procedimiento a seguir en la prueba de hipótesis - Recolección de datos - Realizar estudios necesarios y ensayos para la evaluación - Realizar inspección - Seleccionar el programa de análisis - Ejecutar el programa - Explorar los datos - Evaluar la infraestructura - Analizar resultados - Prepara los resultados para presentarlos Técnicas de procesamiento de datos: Estadístico.</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>a) ¿Cuál es la situación hidrológica real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?</p> <p>b) ¿Cómo es la condición estructural real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?</p> <p>c) ¿Cuáles son las patologías encontradas en el puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?</p> <p>d) ¿Cuál es la situación real de la pintura del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Calcular la situación hidrológica real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020.</p> <p>b) Evaluar la condición estructural real del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020.</p> <p>c) Analizar las patologías del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020.</p> <p>d) Evaluar la situación real de la pintura del puente Comunero I después de su rehabilitación, región Junín 2020.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>a) La situación hidrológica real del puente comunero I es compatible después de su rehabilitación, región Junín 2020.</p> <p>b) La condición estructural real del puente comunero I mejoro después de su rehabilitación.</p> <p>c) Las patologías del concreto presentado en el puente comunero I disminuyeron después de su rehabilitación, región Junín 2020.</p> <p>d) La situación real de la pintura del puente comunero I es deficiente después de su rehabilitación, región Junín 2020.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Condición real del Puente Comunero I</p>	<p>Estribos</p> <p>Susceptibilidad sísmica</p> <p>Materiales</p> <p>Recubrimiento</p>	<p>Socavación</p> <p>Comportamiento dinámico</p> <p>Deterioro</p> <p>Espesor de pintura</p>	

ANEXO 2. FICHAS DE INSPECCIÓN DEL PUENTE

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL TAMBORA		ADAPTADO DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES PROVIAS NACIONAL: UNIDAD GERENCIAL DE CONSERVACION AREA DE CONSERVACION DE PUENTES		UNIVERSIDAD NACIONAL DEL TAMBORA	
FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL					
TESIS: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNIN 2020. TESISTAS: CHANCA TEJEDA MARYORIT VARGAS RAMOS JUAN CARLOS					
Sección (a) : Identificación y Ubicación			Sección (b): Datos Generales		
Nombre : Puente Comunero I	Altitud: : 3181.00 msnm		Puente sobre : Río	Ancho de Calzada : 7.20 m	
Region : Junín	Este: : 474571.02 E		Nombre : Mantaro	Ancho de Vereda : 1.20 m	
Provincia : Huancayo	Norte: : 8663172.32 N		Longitud Total : 300 m	Año de Const. : 2012	
Distrito : Chilca y Tres de Diciembre			N° de vías d tránsito : 1	Último Trabajo : 2018	
Sección (c): Datos del Puente					
Número de Tramos : 3	Longitud 2° Tramo : 160 m	Tramos : Iguales	Luz Principal : 160 m		
Longitud 1° Tramo : 70 m	Longitud 3° Tramo : 70 m	Longitud Total : 300			
c.1: Tramos 1, 2 y 3					
Tipo de Puente : Atirantado	Caract. Secundarias : 2 carril	Distrib. de Tirante : Simetrico	Mat. Predominante : Mixto		
Caract. de la torre : Torre en H	Condic. de Borde : Simplemente apoyado				
c.2 : Tablero de Rodadura			C.3 : Subestructura		
Losa			Estribos		
Material: : Concreto Armado	Sup. de Desgaste : Asfalto		Margen : Izquierdo	Margen : Derecho	
Espesor: : 0.225 m	Esp. Sup. de desgast: : 0.05 m		Mat. Superf. : Concreto Armado	Mat. Superf. : Concreto Armado	
Vigas			Mat. Cimen. : Concreto Armado		
Tipo: : Longitudinal	Tipo : Transversal		Mat. Cimen. : Concreto Armado		
Numero de vigas : 4	Numero de vigas : 61		Pilones		
Material : Metálico	Material : Metálico		Tipo : Pilon N°1	Tipo : Pilon N°2	
Forma : I	Forma : I y cajón		Mat. Superf : Concreto Armado	Mat. Superf. : Concreto Armado	
Peralte : 1.857 m, 1.870 m	Peralte : 1.832 m, 1.532 m, 1.232 m		Mat. Cimen. : Concreto Armado	Mat. Cimen. : Concreto Armado	
Separación de ejes : 3.20 m	Separación de ejes : 5.00 m				
Ancho Base : Exp. Tec	Ancho Base : Exp. Tec				
Ancho Alma : Exp. Tec	Ancho Alma : Exp. Tec				
c.4 : Detalles					
Barandas		Veredas y Sardinels		Junta de Dilatación	
Tipo : Mixto	Ancho de Vereda : 1.20 m	Tipo : Peine o sierra	Tipo: : Tubos		
Material : Concreto y Acero	Altura de Sardinel : 1.15 m	Material : Acero	Material: : Fierro Galvanizado		
Caract. : Muro, Postes y Pasamanos	Material : Concreto				
Apoyo			Apoyo		
Ubicación : Estribo	Tipo: : Basculante	Ubicación : Pilon	Tipo: : Neopreno		
Material : Acero	Número : 2	Material : Laminas de Acero	Número : 2		
c.5 : Accesos					
Rampa N°01			Rampa N°02		
Long. de Transición : 80 m	Ancho de Calzada : 6.60 m	Long. de Transición : 136 m	Ancho de Calzada : 6.60 m		
Pendiente Alta : Si	Visibilidad : Regular	Pendiente Alta : No	Visibilidad : Regular		
Sección (d): Datos Topograficos de Suelos e Hidrologicos					
d.1 : Niveles de Agua			d.2 : Capacidad Aídraulica del Puente		
Periodo de Aguas Máx : Setiembre a Abril		Longitud Aceptable : Si	Necesita Encauzamiento : No		
Periodo de Estiaje : Mayo a Agosto		Altura Aceptable : Si	Socavación del Cauce : Si		
d.4 : Perfil Longitudinal del Terreno					

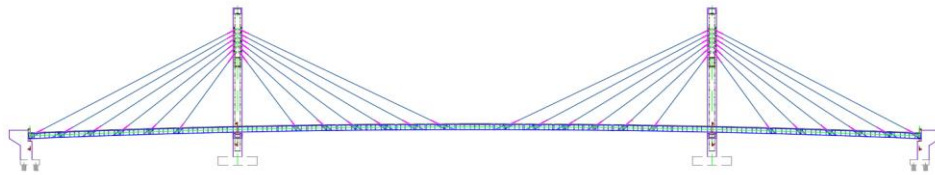


FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL

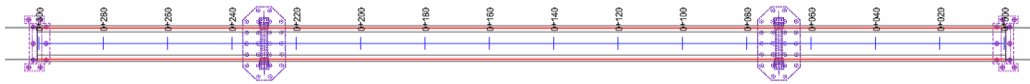


Sección (e): Croquis del Puente

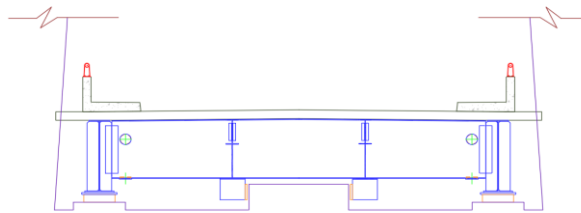
Elevación del Puente Comeneros I



Planta



Seccion Transversal





FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL

TESIS: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNIN 2020.



TESISTAS: CHANCA TEJEDA MARYORIT
VARGAS RAMOS JUAN CARLOS

Sección (f): Condicion del Puente

N°	Descripción	Fotografía																					
01	Progresiva: 0+000 Tipo de elemento: Alero Material compuesto: Concreto Tipo de patología: Cangrejera Calificación de la condición																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno		3	Regular		4	Malo	X	5	Muy Malo		6	Pésimo	
	N°		Condición	Claificación																			
	1		Muy Bueno																				
	2		Bueno																				
	3		Regular																				
	4		Malo	X																			
5	Muy Malo																						
6	Pésimo																						
Nota: La cangrejera se encontró aguas arriba del puente Comunero I en la margen izquierda, se denota una separación de los agregados con vacíos dentro del concreto, percibiendo imperfecciones en su superficie.																							
02	Progresiva: 0+007 Tipo de elemento: Baranda Material compuesto: Pintura Tipo de patología: Fisura, Desgaste Calificación de la condición																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno	X	3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo	
	N°		Condición	Claificación																			
	1		Muy Bueno																				
	2		Bueno	X																			
	3		Regular																				
	4		Malo																				
5	Muy Malo																						
6	Pésimo																						
Nota: En la baranda aguas abajo de la margen izquierda, se encontraron las siguientes patologías en la parte superficial de los materiales: - La fisura de la pintura esta en el concreto, visualizando una abertura de 0.7mm. - El desgaste de la pintura esta en el acero, presentando una desigualdad en el espesor.																							



FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL

N°	Descripción	Fotografía																					
03	<p>Progresiva: 0+016</p> <p>Tipo de elemento: Baranda - acero</p> <p>Material compuesto: Pintura</p> <p>Tipo de patología: Desprendimiento</p> <p>Calificación de la condición</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno	X	3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno	X																				
	3	Regular																					
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
6	Pésimo																						
<p>Nota:</p> <p>En la baranda metálica aguas arriba de la margen izquierda presenta desprendimiento de la pintura en la parte superficial exponiendo al acero a la oxidación.</p>																							
04	<p>Progresiva: 0+026</p> <p>Tipo de elemento: Baranda</p> <p>Material compuesto: Pintura</p> <p>Tipo de patología: Fisura Desgaste</p> <p>Calificación de la condición</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno		3	Regular	X	4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno																					
	3	Regular	X																				
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
6	Pésimo																						
<p>Nota:</p> <p>En la baranda aguas abajo de la margen izquierda, se encontraron las siguientes patologías en la parte superficial de los materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La fisura de la pintura esta en el concreto, visualizando una abertura de 0.9mm. - El desgaste de la pintura esta en el acero, presentando una desigualdad en el espesor. 																							



FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL

N°	Descripción	Fotografía																					
05	<p>Progresiva: 0+070</p> <p>Tipo de elemento: Pilón</p> <p>Material compuesto: Concreto</p> <p>Tipo de patología: Cangrejera Eflorescencia</p> <p>Calificación de la condición</p> <table border="1" data-bbox="319 689 577 884"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: En el pilon de la parte inferior de la losa de la margen izquierda, se encontraron las siguientes patologías: - La eflorescencia es de apariencia de color gris-blanco, en una parte del elemento. - Las cangrejeras son pequeñas, teniendo una separación del agregado del concreto, no siendo dañino.</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno	X	3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
1	Muy Bueno																						
2	Bueno	X																					
3	Regular																						
4	Malo																						
5	Muy Malo																						
6	Pésimo																						
06	<p>Progresiva: 0+090</p> <p>Tipo de elemento: Baranda - concreto</p> <p>Material compuesto: Pintura</p> <p>Tipo de patología: Fisuras Desconchado</p> <p>Calificación de la condición</p> <table border="1" data-bbox="319 1467 577 1662"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: En la baranda aguas abajo de la margen izquierda, se encontraron las siguientes patologías en la parte superficial del material: - La fisura de la pintura presenta una abertura de 0.9mm. - El desconchado de la pintura presenta cuarteo en forma de figuras irregulares generando su desprendimiento.</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno		3	Regular	X	4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
N°	Condición	Claificación																					
1	Muy Bueno																						
2	Bueno																						
3	Regular	X																					
4	Malo																						
5	Muy Malo																						
6	Pésimo																						



FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL

N°	Descripción	Fotografía																					
07	<p>Progresiva: 0+110</p> <p>Tipo de elemento: Baranda - concreto</p> <p>Material compuesto: Pintura</p> <p>Tipo de patología: Fisuras</p> <p>Calificación de la condición</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: En la baranda aguas arriba de la margen izquierda se observó una fisura en la pintura con una abertura de 0.5mm.</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno	X	3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno	X																				
	3	Regular																					
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
	6	Pésimo																					
08	<p>Progresiva: 0+130</p> <p>Tipo de elemento: Baranda - concreto</p> <p>Material compuesto: Pintura</p> <p>Tipo de patología: Fisuras</p> <p>Calificación de la condición</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: En la baranda aguas abajo en la zona central del puente Comunero I se observaron fisuras en la pintura con una abertura entre 0.5 - 0.9mm.</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno		3	Regular	X	4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno																					
	3	Regular	X																				
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
	6	Pésimo																					
09	<p>Progresiva: 0+156</p> <p>Tipo de elemento: Baranda - concreto</p> <p>Material compuesto: Pintura</p> <p>Tipo de patología: Fisuras</p> <p>Calificación de la condición</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: En la baranda aguas abajo en la zona central del puente Comunero I se observaron fisuras en la pintura con una abertura entre 0.3 - 0.7mm.</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno	X	3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno	X																				
	3	Regular																					
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
	6	Pésimo																					



FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL

N°	Descripción	Fotografía																					
10	<p>Progresiva: 0+183 Tipo de elemento: Alero Material compuesto: Pintura Tipo de patología: Desconchado Calificación de la condición</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: En la baranda aguas abajo en la zona central del puente Comunero I se genero el desprendimiento de la pintura a causa del desconchado que presentó.</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno		3	Regular	X	4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno																					
	3	Regular	X																				
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
6	Pésimo																						
11	<p>Progresiva: 0+230 Tipo de elemento: Pilón Material compuesto: Concreto Tipo de patología: Cangrejera Eflorescencia Calificación de la condición</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: En el pilon de la parte inferior de la losa de la margen derecha, se encontraron las siguientes patologias: - La eflorescencia es de apariencia de color gris-blanco, en una parte del elemento. - Las cangrejeras son pequeñas, teniendo una separacion del agregado del concreto, no siendo dañino.</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno	X	3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno	X																				
	3	Regular																					
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
6	Pésimo																						
12	<p>Progresiva: 0+235 Tipo de elemento: Baranda - concreto Material compuesto: Pintura Tipo de patología: Fisura Calificación de la condición</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: En la baranda aguas arriba de la margen derecha se observó una fisura en la pintura con una abertura entre 0.9mm..</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno		3	Regular	X	4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno																					
	3	Regular	X																				
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
6	Pésimo																						





FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL

N°	Descripción	Fotografía																					
13	<p>Progresiva: 0+240 Tipo de elemento: Alero Material compuesto: Concreto Tipo de patología: Eflorescencia Calificación de la condición</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: La eflorescencia se encontró aguas arriba del puente Comunero I en la margen derecha, formado en la superficie inferior del tablero de apariencia de color gris-blanco</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno		3	Regular	X	4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
N°	Condición	Claificación																					
1	Muy Bueno																						
2	Bueno																						
3	Regular	X																					
4	Malo																						
5	Muy Malo																						
6	Pésimo																						
14	<p>Progresiva: 0+254 Tipo de elemento: Baranda - concreto Material compuesto: Pintura Tipo de patología: Desconchado Calificación de la condición</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: En la baranda aguas abajo de la margen derecha, se encontró desconchado en la pintura presentando cuarteo en forma de figuras irregulares.</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno		3	Regular	X	4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
N°	Condición	Claificación																					
1	Muy Bueno																						
2	Bueno																						
3	Regular	X																					
4	Malo																						
5	Muy Malo																						
6	Pésimo																						
15	<p>Progresiva: 0+273 Tipo de elemento: Baranda - acero Material compuesto: Pintura Tipo de patología: Desprendimiento Calificación de la condición</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: En la baranda aguas arriba de la margen derecha, se encontró mínimas partes del acero que estaban expuestas a las condiciones ambientales a causa del</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno	X	2	Bueno		3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
N°	Condición	Claificación																					
1	Muy Bueno	X																					
2	Bueno																						
3	Regular																						
4	Malo																						
5	Muy Malo																						
6	Pésimo																						



FICHA TECNICA DE INSPECCION VISUAL

N°	Descripción	Fotografía																					
16	<p>Progresiva: 0+287</p> <p>Tipo de elemento: Baranda - concreto</p> <p>Material compuesto: Pintura</p> <p>Tipo de patología: Fisuras</p> <p>Calificación de la condición</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: En la baranda aguas arriba de la margen derecha se observaron fisuras en la pintura con una abertura entre 0.3 - 0.7mm.</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno	X	3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno	X																				
	3	Regular																					
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
	6	Pésimo																					
16	<p>Progresiva: 0+070 y 0+230</p> <p>Tipo de elemento: Pilón</p> <p>Material compuesto: Acero</p> <p>Tipo de patología: Oxidación</p> <p>Calificación de la condición</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Condición</th> <th>Claificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bueno</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Pésimo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: En la placa de protección ubicado en la parte superior del pilon de las margenes derecha e izquierda, posee oxido en la parte superficial del material</p>	N°	Condición	Claificación	1	Muy Bueno		2	Bueno	X	3	Regular		4	Malo		5	Muy Malo		6	Pésimo		
	N°	Condición	Claificación																				
	1	Muy Bueno																					
	2	Bueno	X																				
	3	Regular																					
	4	Malo																					
	5	Muy Malo																					
	6	Pésimo																					

ANEXO 3. ESTUDIO DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Informe de calidad



Generado con Pix4Dmapper Pro versión 4.2.17 Vista previa

Resumen

Proyecto	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020
Procesado	2020-02-26 14:04:19
Nombre(es) del modelo de cámara(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Distancia media de muestreo de suelo (GSD)	2,62 cm / 1,03 en
Área cubierta	0.192 km ² / 19.2307 ha / 0.07 sq. mi. / 47.5446 acres

Comprobación de calidad

Imágenes	mediana de 97459 puntos clave por imagen	✓
conjunto de datos	297 de las 297 imágenes calibradas (100%), todas las imágenes habilitadas	✓
Optimización de la cámara	0,92% de diferencia relativa entre los parámetros iniciales y optimizados de la cámara interna	✓
cotejo	mediana de 47557 partidos por imagen calibrada	✓
Georreferenciación	Sí, 3 GCPs (3 3D), error rms medio = 0,005 m	✓

Vista previa

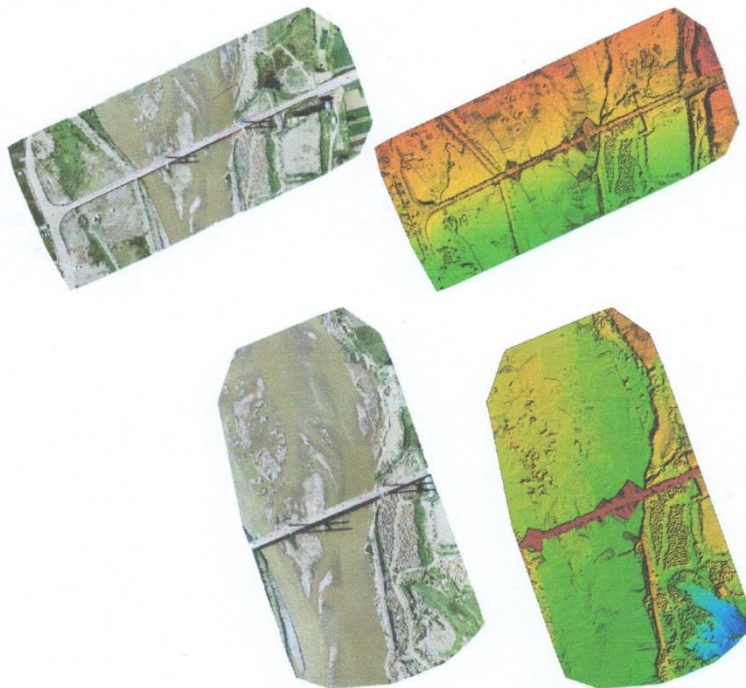


Figura 1: Ortosomosaica y el modelo de superficie digital (DSM) escaso correspondiente antes de la densificación.

 César Vigil Cáceres Villanuel
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 246985

Detalles de calibración

Número de imágenes calibradas	287 de 287
Número de imágenes geolocaladas	287 de 287

Informe de calidad



Generado con Pix4Dmapper Pro versión 4.2.17 Vista previa

Resumen

Proyecto	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020
Procesado	2020-02-26 14:04:19
Nombre(es) del modelo de cámara(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Distancia media de muestreo de suelo (GSD)	2,62 cm / 1,03 en
Área cubierta	0.192 km ² / 19.2307 ha / 0.07 sq. mi. / 47.5446 acres

Comprobación de calidad

Imágenes	mediana de 97459 puntos clave por imagen	✓
conjunto de datos	297 de las 297 imágenes calibradas (100%), todas las imágenes habilitadas	✓
Optimización de la cámara	0,92% de diferencia relativa entre los parámetros iniciales y optimizados de la cámara interna	✓
cotejo	mediana de 47557 partidos por imagen calibrada	✓
Georreferenciación	Sí, 3 GCPs (3 3D), error rms medio = 0,005 m	✓

Vista previa

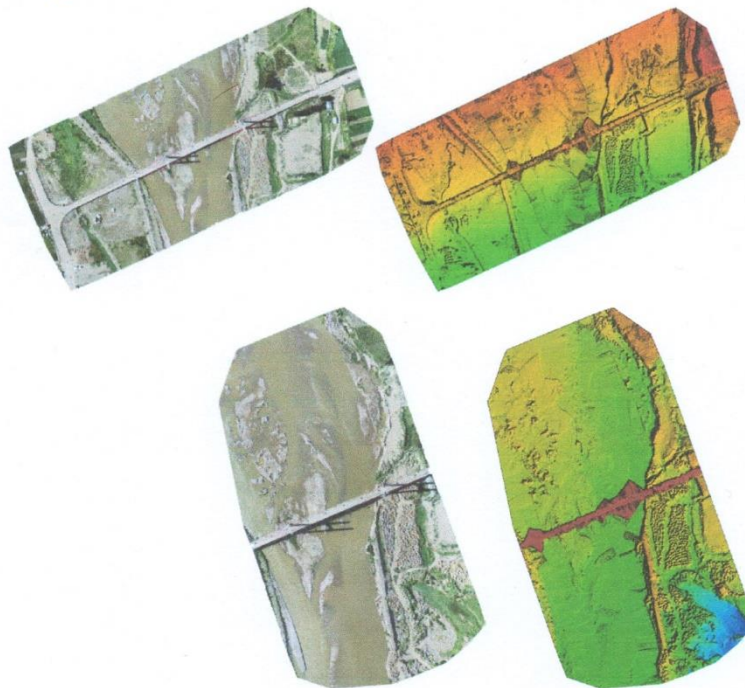


Figura 1: Ortosomosaica y el modelo de superficie digital (DSM) escaso correspondiente antes de la densificación.


César Vigil Cáceres Villanuel
INGENIERO CIVIL
CP. N° 246985

Detalles de calibración

Número de imágenes calibradas	287 de 287
Número de imágenes geolocaladas	287 de 287

Informe de calidad



Generado con Pix4Dmapper Pro versión 4.2.17 Vista previa

Resumen

Proyecto	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020
Procesado	2020-02-26 14:04:19
Nombre(es) del modelo de cámara(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Distancia media de muestreo de suelo (GSD)	2,62 cm / 1,03 en
Área cubierta	0.192 km ² / 19.2307 ha / 0.07 sq. mi. / 47.5446 acres

Comprobación de calidad

Imágenes	mediana de 97459 puntos clave por imagen	✓
conjunto de datos	297 de las 297 imágenes calibradas (100%), todas las imágenes habilitadas	✓
Optimización de la cámara	0,92% de diferencia relativa entre los parámetros iniciales y optimizados de la cámara interna	✓
cotejo	mediana de 47557 partidos por imagen calibrada	✓
Georreferenciación	Sí, 3 GCPs (3 3D), error rms medio = 0,005 m	✓

Vista previa

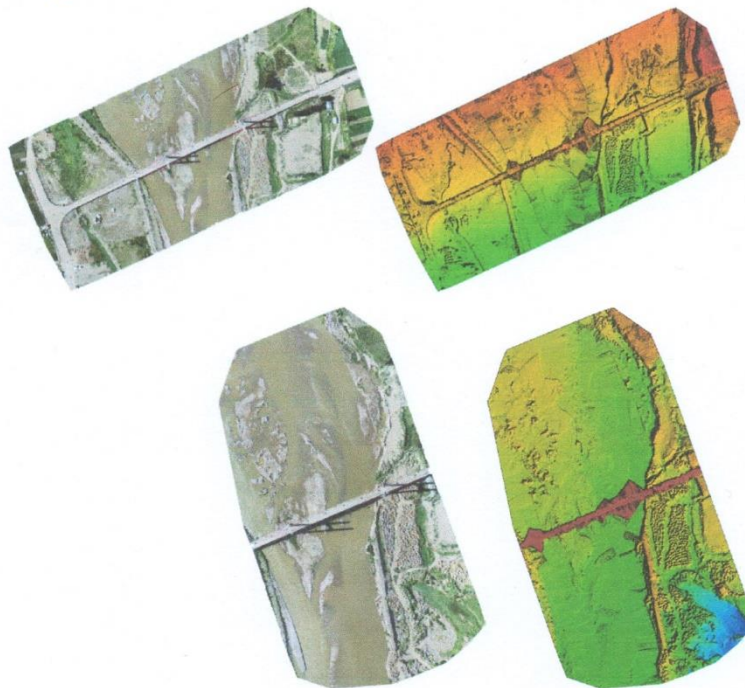


Figura 1: Ortosomosaica y el modelo de superficie digital (DSM) escaso correspondiente antes de la densificación.



Detalles de calibración

Número de imágenes calibradas	287 de 287
Número de imágenes geocaladas	287 de 287

Informe de calidad



Generado con Pix4Dmapper Pro versión 4.2.17 Vista previa

Resumen

Proyecto	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020
Procesado	2020-02-26 14:04:19
Nombre(es) del modelo de cámara(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Distancia media de muestreo de suelo (GSD)	2,62 cm / 1,03 en
Área cubierta	0.192 km ² / 19.2307 ha / 0.07 sq. mi. / 47.5446 acres

Comprobación de calidad

Imágenes	mediana de 97459 puntos clave por imagen	✓
conjunto de datos	297 de las 297 imágenes calibradas (100%), todas las imágenes habilitadas	✓
Optimización de la cámara	0,92% de diferencia relativa entre los parámetros iniciales y optimizados de la cámara interna	✓
cotejo	mediana de 47557 partidos por imagen calibrada	✓
Georreferenciación	Sí, 3 GCPs (3 3D), error rms medio = 0,005 m	✓

Vista previa

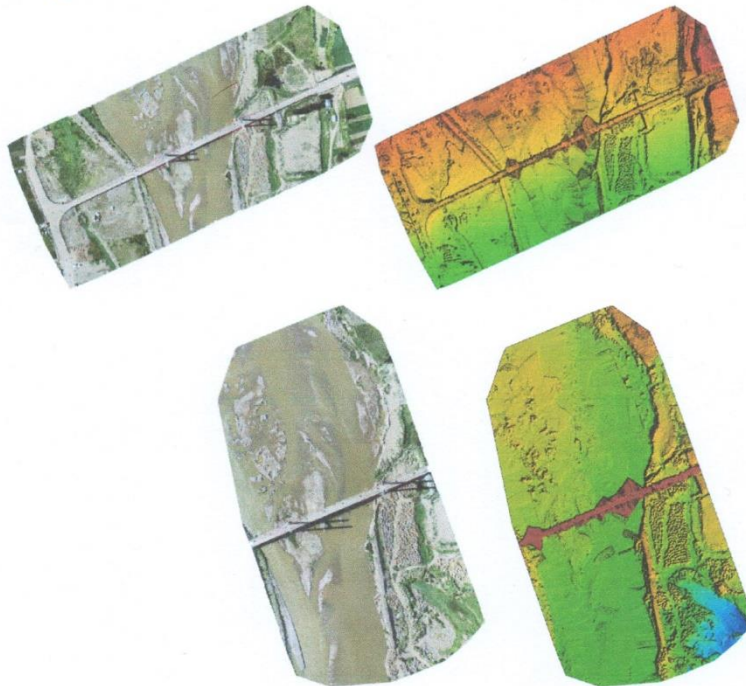


Figura 1: Ortosomosaica y el modelo de superficie digital (DSM) escaso correspondiente antes de la densificación.



Detalles de calibración

Número de imágenes calibradas	287 de 287
Número de imágenes geocaladas	287 de 287

Informe de calidad



Generado con Pix4Dmapper Pro versión 4.2.17 Vista previa

Resumen

Proyecto	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020
Procesado	2020-02-26 14:04:19
Nombre(es) del modelo de cámara(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Distancia media de muestreo de suelo (GSD)	2,62 cm / 1,03 en
Área cubierta	0.192 km ² / 19.2307 ha / 0.07 sq. mi. / 47.5446 acres

Comprobación de calidad

Imágenes	mediana de 97459 puntos clave por imagen	✓
conjunto de datos	297 de las 297 imágenes calibradas (100%), todas las imágenes habilitadas	✓
Optimización de la cámara	0,92% de diferencia relativa entre los parámetros iniciales y optimizados de la cámara interna	✓
cotejo	mediana de 47557 partidos por imagen calibrada	✓
Georreferenciación	Sí, 3 GCPs (3 3D), error rms medio = 0,005 m	✓

Vista previa

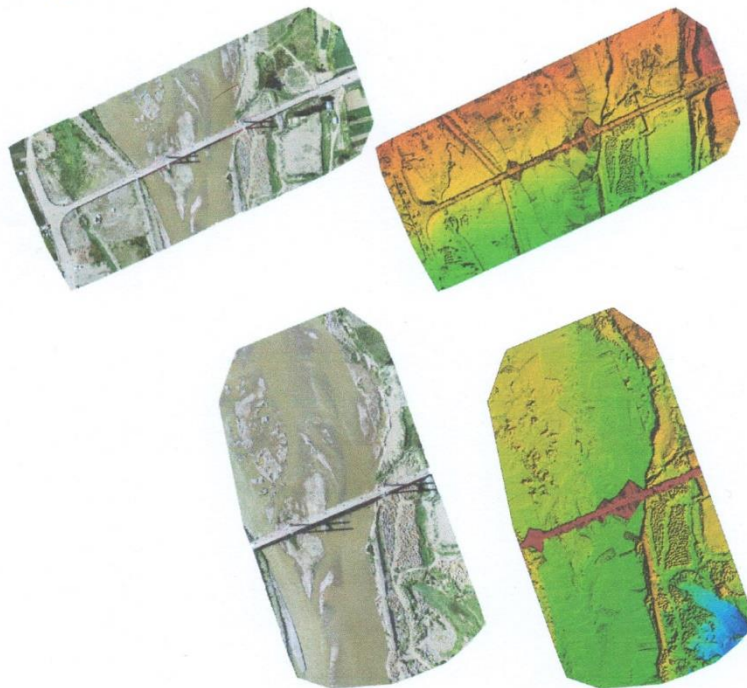
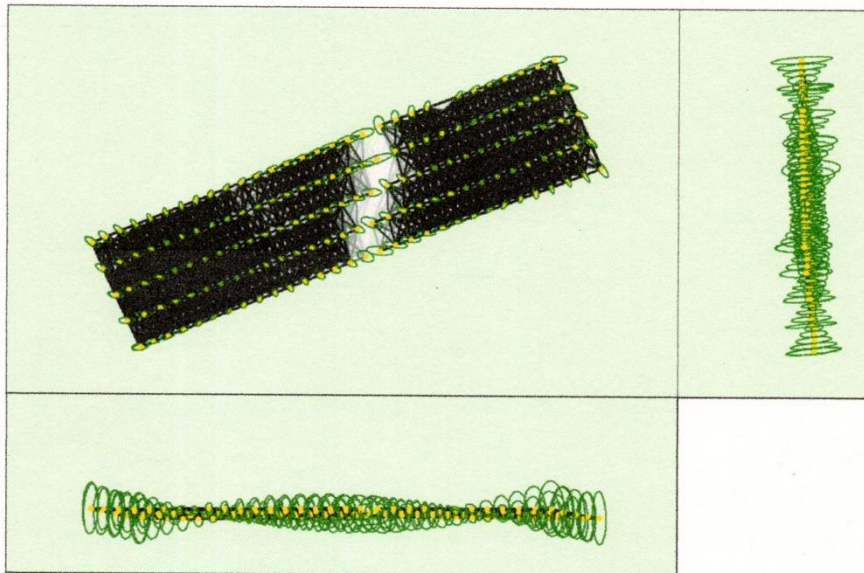


Figura 1: Ortosomosaica y el modelo de superficie digital (DSM) escaso correspondiente antes de la densificación.

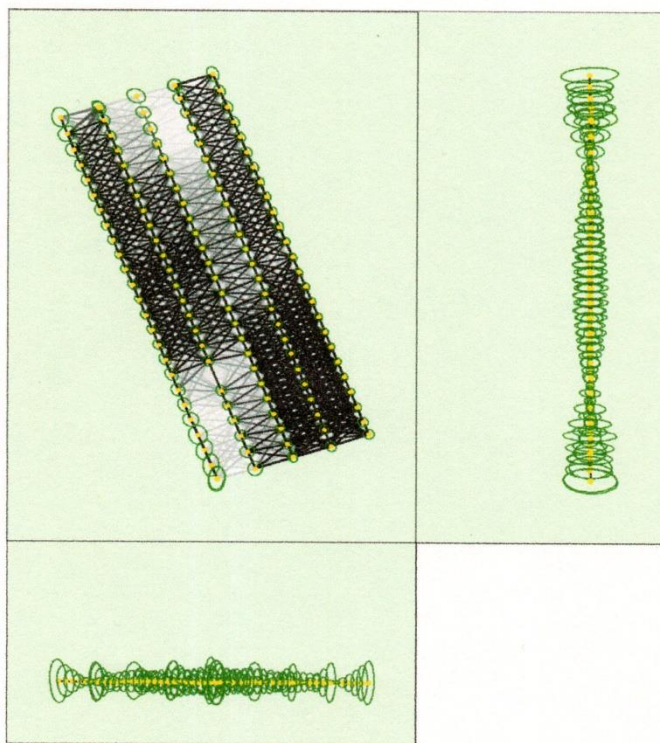

César Vigil Cáceres Villanuel
INGENIERO CIVIL
CP. N° 246985

Detalles de calibración

Número de imágenes calibradas	287 de 287
Número de imágenes geolocaladas	287 de 287



Incertidumbreleapses 500xmagnified

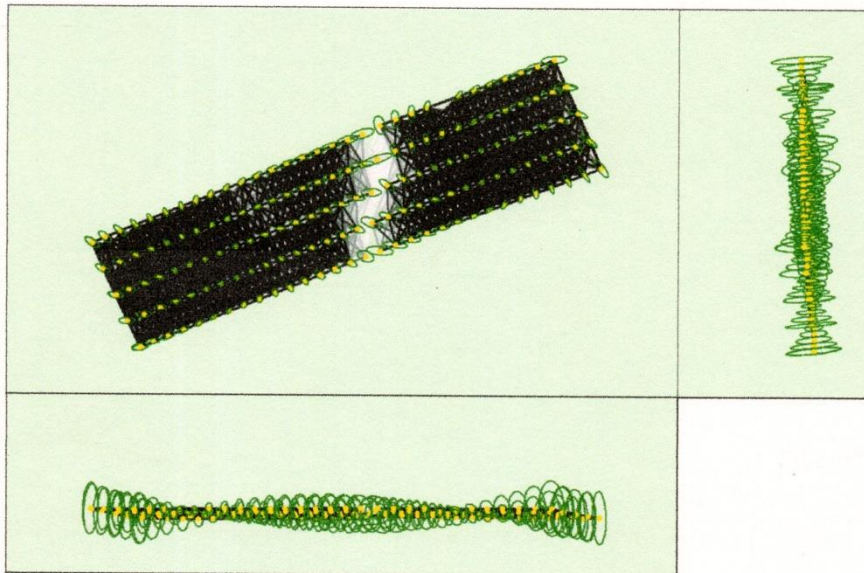


Incertidumbreellipses 1000xmagnified

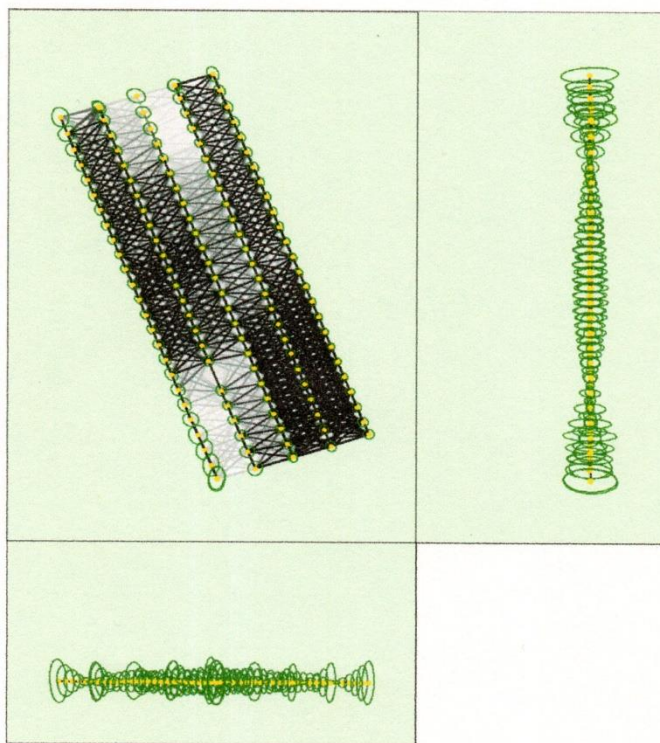
Número de partidos

25 222 444 666 888 1111 1333 1555 1777 2000

César
 César Vidal Cárdenas Villarroel
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 240968



Incertidumbreleapses 500xmagnified

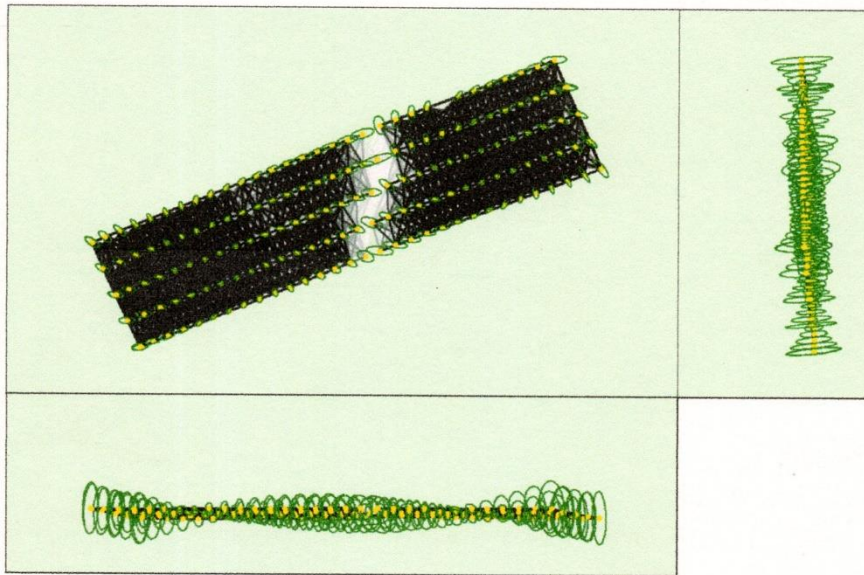


Incertidumbreellipses 1000xmagnified

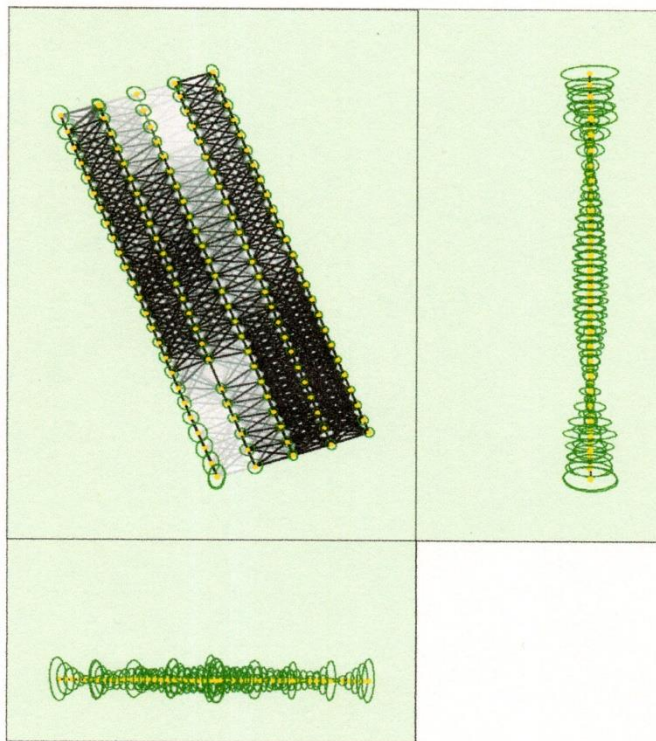
Número de partidos

25 222 444 666 888 1111 1333 1555 1777 2000

César
 César Vidal Cárdenas Villarroel
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 240968



Incertidumbreleapses 500xmagnified

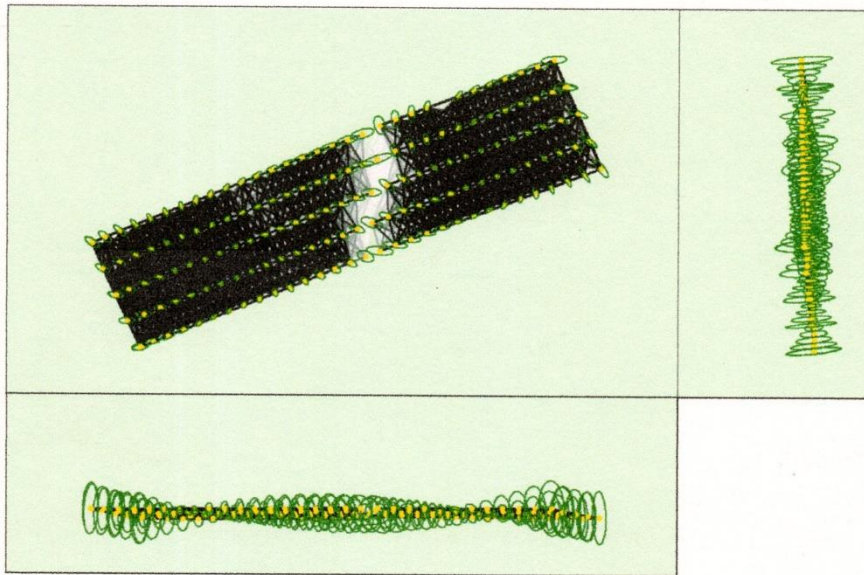


Incertidumbreellipses 1000xmagnified

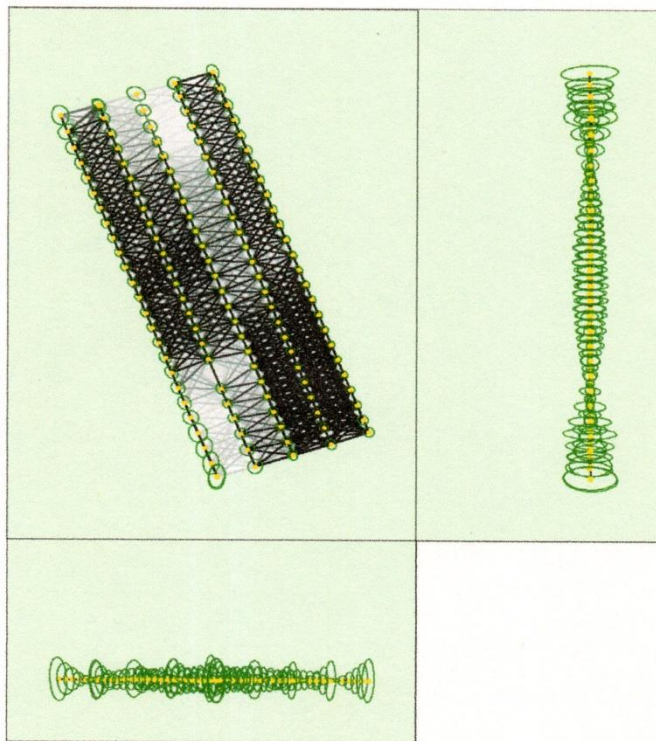
Número de partidos

25 222 444 666 888 1111 1333 1555 1777 2000

César
 César Vidal Cáceres Villarroel
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 240908



Incertidumbreleapses 500xmagnified



Incertidumbreellipses 1000xmagnified

Número de partidos

25 222 444 666 888 1111 1333 1555 1777 2000

César
 César Vidal Cáceres Villarroel
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 240908

Ortosomosaico	Generado: Sí Combinar teselas: sí GeoTIFF sin transparencia: sin iconos de Google Maps y KML: no
Tiempo para DSMGeneration	20m:59s
Tiempo para la generación ortosomosaica	37m:26s
Tiempo para DTMGeneration	605
Tiempo para la generación de líneas de contorno	605
Tiempo para la generación de mapas de reflectancia	605
Tiempo para la generación de mapas de índice	605

 César Vigil Cáceres Villamed
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 249998

ANEXO 4. ESTUDIO GEOTECNICO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC**

<p>DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA (Oficina una cuadra frente al parque Pozo Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)</p> <p>CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093</p>	<p>E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com geotest.v@gmail.com</p> <p>FACEBOOK : Geo Test V.SAC</p> <p>RUC : 20606529229</p>
--	--



**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE
INVESTIGACIÓN**

TESIS:

**“EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE
COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION
JUNIN 2020”**



SOLICITA:

**Bach.Ing. Maryorit Chanca Tejeda
Bach.Ing. Juan Carlos Vargas Ramos**

**REGIÓN : Junín
PROVINCIA : Huancayo
DISTRITO : Huancayo**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(ReLa una cuadra frente al parque Pizo

Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



1. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo del presente informe técnico, es realizar una investigación geotécnica así analizar la Evaluación de la Condición Real Del Puente Comunero I después de su Rehabilitación, Región Junín 2020. Para tal efecto, se ha realizado la correspondiente investigación geotécnica con trabajos de campo y ensayos de laboratorio.

1.2. UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

El proyecto "PUENTE COMUNEROS", se encuentra ubicado en:

- **Región** : Junín
- **Provincia** : Huancayo
- **Distrito** : Huancayo

UBICACIÓN DE LA REGION JUNIN EN EL MAPA POLITICO DEL PERU



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(ReLa una cuadra frente al parque Pazo

Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

RUC : 20606529229



UBICACIÓN DE LA REGION JUNIN EN EL MAPA POLITICO DEL PERU



UBICACIÓN DE LA REGION JUNIN EN EL MAPA POLITICO DEL PERU



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA
(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



UBICACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO EN EL DISTRITO DE HUANCAYO



FUENTE: UBICACIÓN DE LA ZONA DE LA ZONA CON GOOGLE MAPS

El valle del Mantaro es la depresión andina ubicada entre las poblaciones de Jauja y Huancayo, en la zona sur este de la región Junín, ubicado entre la cordillera oriental. Tiene un largo de 70 km desde el norte de la laguna de Paca hasta lado este de Pucará. El ancho fluctúa entre 18 km, en la zona de Huancayo a Huarisca (palta río del río Cunus) y 3km, desde el sur de Concepción al paraje de la Huaycha. Las características geomorfológicas más importantes del área es el valle conformado por el río Cunus y los pequeños valles conformados por el río Negro en Jarpa, el cual nace en la pampa de Uculullo (lugar donde hay puquiales) y parte de la laguna de Chaclococha, y el río Apahuay denominado así en Shicuy y Huashapá en Misquipata, el cual nace en Toro paccha y Vicuñamechay.

En los alrededores del área se observan expresiones morfológicas que acompañan la evolución del valle del río Cunus, que atraviesa en dirección sur-oeste/ noreste.

El distrito de Huancayo es uno de los veintiocho que conforman la provincia de Huancayo, ubicado en el departamento de Junín. Limite por el norte con el distrito de El Tambo; por el este con el Distrito de Pariahuanca; por el sur con los distritos de Chilca y Sapallanga así como con el Departamento de Huancavelica, y, por el oeste la provincia de Chupaca. Este distrito fue creado por ley sin números del 2 de enero de 1857, en el gobierno del presidente Ramon Castilla. Su capital es la incontratable ciudad de Huancayo fundada en 1223, con el nombre de Santísima Trinidad de Santiago. Tiene un área de 237,55 kilómetros cuadrados.

El distrito se encuentra a una altura de 3 249 msnm y tiene una población aproximada superior a los 116 000 habitantes. Su superficie territorial es de 488.32 km².



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA
(ReTA una cuadra frente al parque Puzo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com
FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C



CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229

UBICACIÓN GEOGRAFICA

- Latitud Oeste : 75°13'00"
- Longitud sur : 12°04'00"
- Altitud : 3249 m.s.n.m.

LIMITE TERRITORIAL

- Norte : Distrito del El Tambo
- Sur : Distrito de Chilca y Sapallanga
- Este : Distrito de Pariahuanca
- Oeste : Provincia de Chupaca

1.3. CONDICIONES CLIMATICAS

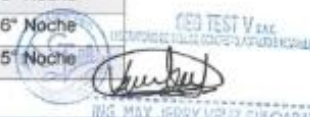
CLIMA.

Corresponde al tipo húmedo y frío desde moderado a intenso, con una temperatura media anual máxima de 11,8 °C y una media anual mínima de 4,5 °C, produciéndose las temperaturas mas bajas en los meses de junio, julio y agosto. Tiene una precipitación media anual de 726.6 mm.

Durante el año se distinguen épocas diversas; así hay una época bien definida de "estación de lluvias" (noviembre de abril); una época intermedia al inicio de las lluvias (septiembre) y al final de las lluvias de mayo, y una "estación seca" (junio de septiembre). Las variaciones en cuanto a las precipitaciones, ocurren no solo a lo largo del año, sino también entre los años, ya que pueden presentarse años con condiciones secas, intermedias y lluviosas. El tipo de clima está distribuido de la siguiente manera:

- Clima templado sub húmedo: en la Sierra entre los 1,000 y los 3,000 msnm, con temperaturas alrededor de los 20 °C, y precipitaciones entre los 500 y 1,200 mm/año.
- Clima frío: Propio de los valles interandinos entre los 3,000 y 4,000 msnm. Las precipitaciones promedio están en 700 mm/año y la temperatura promedio alrededor de 12 °C, con heladas durante el invierno.
- Clima Frígido o de una puna: Entre los 4,000 y 5,000 msnm, con precipitaciones promedio de 700 mm y temperaturas promedio de 6 °C. Los veranos son lluviosos y los inviernos secos.

PISOS ECOLOGICOS	EPOCA DE ESTIAJE		EPOCA DE LLUVIAS	
2,500 a 2750 m.s.n.m.	25° Dia	4° Noche	29° Dia	13° Noche
2,750 a 3,000 m.s.n.m.	23° Dia	1° Noche	27° Dia	10° Noche
3,250 a 3,500 m.s.n.m.	21° Dia	-2° Noche	25° Dia	8° Noche
3,500 a 3,750 m.s.n.m.	19° Dia	-5° Noche	23° Dia	6° Noche
3,750 a 4,300 m.s.n.m.	17° Dia	-8° Noche	21° Dia	5° Noche



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

RUC : 20606529229



ECOLOGIA

El proyecto se encuentra dentro de las zonas de vida.

• ESTEPA MONTANO SUB TROPICAL (E-MS)

Esta formación ecológica se extiende hasta alcanzar una altitud que oscila entre los 2,900 a 3,300 m.s.n.m. El medio ambiente, se caracteriza por presentar un clima subhúmedo y frío, es decir, con precipitaciones pluviales de mediana intensidad cuyo promedio es del orden de los 450 mm anuales, oscilando entre 250 mm en su nivel inferior y 550 mm en el nivel más alto. La temperatura promedio anual está alrededor de 12° y 9°C.

Topográficamente, la formación muestra dos partes bien definidas: una constituida por el área agrícola de ladera de relieve semi – accidentada, con suelos superficiales y/o profundos y de fertilidad media a buena, y la otra, conformada por los suelos rocosos de relieve muy accidentado con suelos muy superficiales y de fertilidad alta.

1.4. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

El puente proyectado, el cual cruzará el río Mantaro, se ubica sobre la prolongación de la Av. Leoncio Prado, cuya ruta que conectará la capital de la provincia de Huancayo (distritos de Chilca) con la provincia de Chupaca (distritos de Tres de Diciembre). La obra se ubica en el departamento y región Junín.

- Longitud: 300.00m
- Número de tramos: 3 (70.00 + 160.00 + 70.00)
- Tipo: Atirantado simétrico con arreglo de cables tipo semi harpa y tres o pifones en forma de H.
- N° vías: 2
- Ancho Total del Tablero: 11 600 mm
- Ancho de rodadura: 6 600 mm
- Bermas: 500 mm
- Veredas: 2 de 1 200 mm = 2 400 mm
- Baranda combinada: 2 de 200 mm = 400 mm
- Espacio para cables: 2 de 600 mm = 1 200 mm

2. GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO

2.1. GEOLOGÍA

El cuadrángulo de Huancayo abarca sectores de las Altas Mesetas Centrales y de la Cordillera Oriental; además, incluye la depresión de Ingahuasi y la parte sur – oriental de la Depresión de Huancayo – Jauja, que contiene un espeso relleno Cuaternario. Tanto en las Altas Mesetas Centrales

ING. MAX JERRY VELIZ SULLCASAY

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Refa una cuadra frente al parque Puzo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



en la Cordillera Oriental, (4,000 – 4,500 m.s.n.m.) se observan restos de la superficie "Puna", la cual fue profundamente erosionada por los glaciares y la escorrentía superficial. La columna estratigráfica se inicia con flyschs Excelsior parcialmente de edad Devónica media.

Los flyschs fueron plegados a fines del Devónico y están cubiertos por las capas mayormente continentales del Carbonífero y del Pérmico inferior, las cuales infrayacen con discordancia de erosión a las capas rojas y a los volcánicos del Pérmico superior. A partir del Noriano, cuyos estratos cubren con discordancia de erosión a los del Pérmico superior, se diferenciaron paulatinamente en la región una plataforma sur-occidental y un geanticlinal nor-oriental, disposición paleográfica que controló claramente la sedimentación en el lapso. Aaleniano – Bajociano las areniscas de la formación Cercapuquio (750 m. máx.) y las calizas de la Formación Chunumayo (250 m. max.). Después de una gran laguna deposicional que abarco el Batoniano y el Malm se depositaron las areniscas, en parte marinas y en parte continentales, del Neocomiano – Aptiano (Grupo Goyllarisquisga, 700 m.) que no se encuentran sobre el geanticlinal. Luego la plataforma fue invalidada por un mar somero, en el cual se acumuló la sucesión clástica de estratos calcáreos del cretáceo medio superior (formaciones Chulec, Pariatambo y Jumasha); solamente la transgresión Chulec afecto al geoanticlinal. La sedimentación marina se interrumpió definitivamente después del Coniaciano, debido a la emersión general que siguió a los movimientos tardicretáceos, y luego depositaron sé en un ambiente continental las areniscas y conglomerados rojos llamados Capas rojas o formación Casapalca, localmente dotados del Eoceno medio, sedimentos que no se encuentran sobre el geanticlinal. después de un largo periodo sin sedimentación durante el cual ocurrieron además varias fases de formación y de erosión, tiene lugar, ya en el Terciario superior (Mioceno a Plioceno), exclusivamente en las Altas Mesetas, un extenso volcanismo; los productores más antiguos son básicos a intermedios (Volcánicos Astobamba), luego aparecen cuerpos hipabisales de composición intermedia (Volcánicos Heru) y finalmente volcánicos ácidos en su mayor parte depositados (Tobas Ingahuasi). Los depósitos cuaternarios son particularmente abundantes; se reconocen depositados lacustres Pleistocénicos y tres conjuntos sedimentarios más recientes (morrenas, escombros y terrazas) que se relacionan con tres etapas de glaciación. En el aspecto tectónico se reconocen en Huancayo los efectos de varias fases tectónicas. La primera es la tectorogénesis eo-hercinica que plegó intensamente los flysch Excelsior según direcciones E-W, a NE-SW en un primer tiempo, y NW-SE en un segundo. Los pliegues son asociables, acompañados por esquistosidad y a veces por el desarrollo de un epimetamorfismo

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC
ING. MAX JERRY VELIZ SANCHEZ

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N° 111-CHILCA

(Rela una cuadra frente al parque Pazo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Después de un largo periodo de cuasi-inactividad tectónicamente lugar la tectorogenesis del Cretáceo tardío que afecto la parte NE de la plataforma y probablemente el geanticlinal. Los movimientos de terciario inferior fueron intensos en toda la hoja y fueron seguidos por varias fases más débiles en el curso de terciario medio y superior y hasta el Cuaternario (Neo tectónica). Todas las fases mesozoicas edificación pliegues. NW-se bastante abiertos, por lo general acompañados por fallas inversas del alto ángulo de la misma dirección, en la Cordillera Oriental, una de estas fases dio lugar a un epimetamorfismo. Las fallas normales son frecuentes, en particular las transversales. Las rocas intrusivas ocupan áreas reducidas. En la cordillera Oriental se encuentran algunos cuerpos hipa bisales asociados con los volcánicos del pérmico superior. En las Altas Mesetas el único instrumento importante es el stock acido del C° Huacravilca; en la Cordillera Oriental de hallan pequeños yacimientos de cobre del tipo de relleno de fisuras. Los depósitos no metálicos son numerosos, incluyen carbón y arcillas refractarias, areniscas en lajas, yeso, travertino, etc.

INGEMMET. Boletín, Serio A: Carta Geológica Nacional. N°18.

MAPA GEOLOGICO DE LA REGION JUNIN



DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Pizaro
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

RUC : 20606529229



2.2. SISMICIDAD

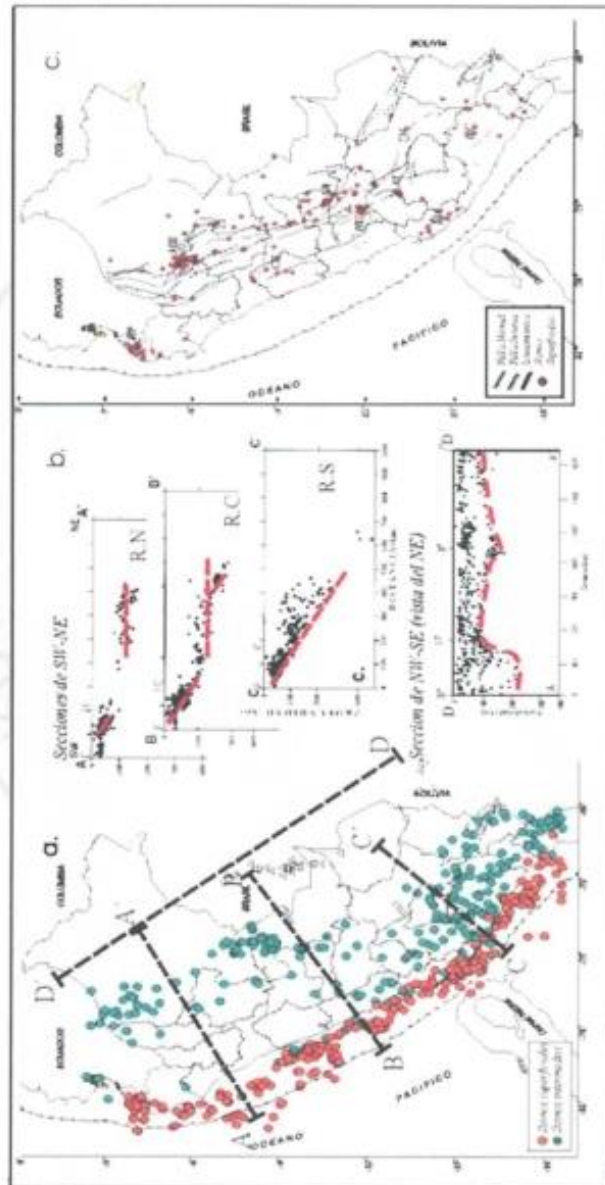


Figura 1 - a) Mapa de sismicidad asociada al proceso de subducción y deformación de la placa de Nazca por debajo del continente, siempre con foco superficial (sísmicos raspa) (intermedios (círculos verdes) y profundos (triángulos)) b) Secciones verticales perpendiculares y paralelas a la línea de costa, según la orientación (A, BB, CC, y DD). Las opciones Norte, Centro y Sur son indicadas con RN, RC y RS respectivamente. c) Mapa con la distribución de la sismicidad asociada a la deformación continental; los principales sistemas de falla: HP = Huancayo, MB = Moyobamba, CB = Cordillera Blanca, RR = Ayacucho, TM = Tumbucachay, MA = Marcona y JC = Ihuayo y

[Handwritten signature]

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

RUC : 20606529229

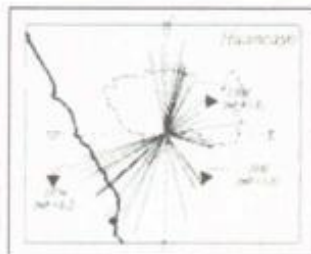


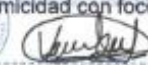
Gráfico polar para la ciudad de Huancayo:

En el gráfico polar se observa que el mayor número de sismos que afectaría a la ciudad de Huancayo se ubica en dirección del primer y tercer cuadrante. Los sismos del primer cuadrante se deben a dos fuentes, una localizada a una distancia de 20 Km (falla de Huaytapallana) y la otra a 120 Km (falla de Satipo). Siendo la primera la que afecta directamente a la ciudad de Huancayo y que dio origen a los sismos de 1969 (5.7, 5.9 mb) que produjeron intensidades de VI-VII MM en dicha ciudad. En el tercer cuadrante, los sismos se presentan a una distancia media de 220 Km; por tanto, no causarían mayor efecto a esta ciudad.

GRAFICOS POLARES

A la ocurrencia de un sismo, las ondas sísmicas se propagan en todas direcciones afectando de diferente modo al medio por donde estas se propagan, así como a las diversas localidades o ciudades emplazadas en superficie. Generalmente, la distribución de los daños observados en un determinado lugar, permite de manera indirecta evaluar el riesgo de la misma ante un peligro, que en este caso lo constituye el sismo. Asimismo, y la ubicación y la geometría de las diferentes fuentes sismogénicas, con relación a las características físicas de un determinado lugar, es un factor importante que se debe considerar para evaluar el riesgo sísmico.

Un procedimiento práctico para evaluar o conocer en detalle a que distancia y dirección en particular se ubica en sí el peligro, es a partir de los denominados Gráficos Polares. Estos gráficos han sido construidos para la capital de algunos departamentos del Perú siguiendo el criterio establecido por Oteros (1972) y Bernal (2002). En este estudio, cada gráfico polar, considera un círculo de radio igual a 250 km con centro en la capital de cada departamento. La longitud de este radio fue determinada considerando la distancia media a la cual se localizan los sismos que, durante el periodo de estudio, afectaron a cada localidad con una intensidad mínima de III en la escala de Mercalli Modificada, independientemente del tamaño del sismo o magnitud. La distribución de los sismos sobre cada cuadrante de los gráficos polares (enumerados en sentido contrario al movimiento de las agujas del reloj), permitirá evaluar la dirección en la cual una determinada localidad puede ser más o menos afectada por los sismos producidos en cada una de las fuentes sismogénicas antes indicadas. Para la construcción de los gráficos polares se utilizará únicamente la sismicidad con foco


ING. MAX JERDY VILIZ SULCÁRAZ

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Referencia cuadra frente al parque Pazo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

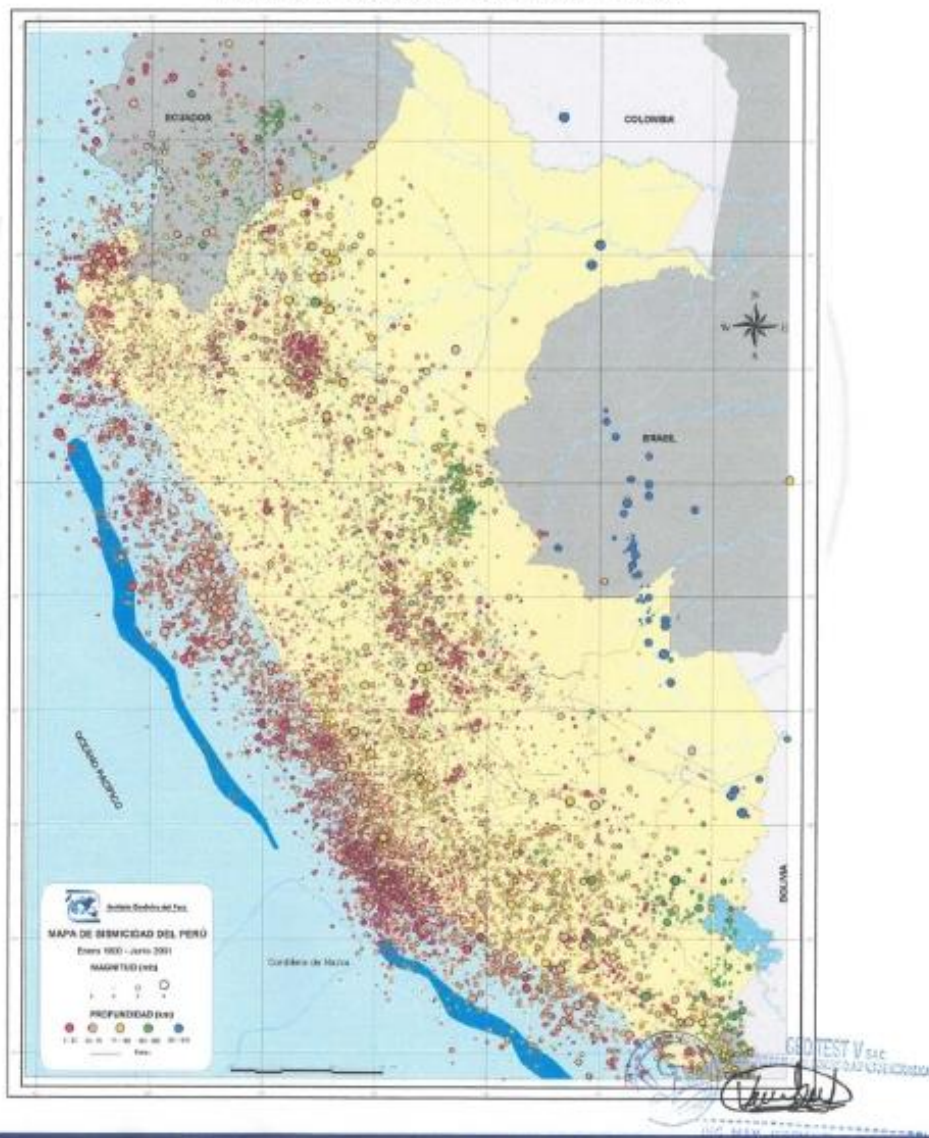
FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

RUC : 20606529229



superficial (h_s60 Km), debido a que estos sismos son los que generalmente producen mayores efectos su superficie (Figura 4).

MAPA DE PELIGROS POR SISMOS DEL PERU



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref: a una cuadra frente al parque Pazo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

RUC : 20606529229



3. INVESTIGACION DE CAMPO

3.1 CALICATA O POZO DE EXPLOTACION

Se realizó 06 calicatas o pozos de exploración "a cielo abierto", designado como: CAL, seguidos de un número que lo identifica, realizadas en el PUENTE COMUNEROS. La cual fue ubicada convenientemente y con profundidad suficiente de acuerdo a la intensidad de las cargas estimadas en el Proyecto. Este sistema de exploración nos permite evaluar directamente las diferentes características del subsuelo en su estado natural. Hasta la profundidad explorada no se encontró el nivel freático. La excavación alcanzó la siguiente profundidad:

CALICATA	ESTRUCTURA	PROF. (m)
CAL - 01	ESTRIBO MARGEN DERECHA	1.50
CAL - 01	ESTRIBO MARGEN DERECHA	1.50
CAL - 01	ESTRIBO MARGEN DERECHA	1.50
CAL - 01	ESTRIBO MARGEN IZQ UERDA	1.50
CAL - 01	ESTRIBO MARGEN IZQ UERDA	1.50
CAL - 01	ESTRIBO MARGEN IZQUIERDA	1.50

3.2. MUESTREO DISTURBADO.

Se tomó una muestra representativa del estrato atravesado en dichas calicatas y en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de identificación, clasificación y parámetros de cálculo de capacidad portante del terreno. Paralelamente al muestreo se realizaron los registros de exploración, en los que se indican las diferentes características de los estratos subyacentes, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, humedad, plasticidad, compacidad, etc. Para el número de muestreo de calicatas se realizó a petición del solicitante.

4. RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO Y CLASIFICACION SUCS

4.1 ENSAYOS EFECTUADOS

Se realizan los respectivos ensayos de Mecánica de Suelos de acuerdo a las normas ASTM y según la relación que se indica. Los que han permitido determinar la clasificación de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

- ✚ Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422
- ✚ Contenido de Humedad ASTM-2216
- ✚ Limite Líquido ASTM D-4318
- ✚ Densidad Húmeda
- ✚ Perfil Estratigráfico

Los ensayos estándar permitieron la clasificación de los suelos representativos, con el ensayo de corte directo se determinó los parámetros de resistencia del subsuelo.



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo)

Av. Ferrocarril cruce con Av. Loomio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotestv@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C



CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229

4.2. CLASIFICACION DE SUELOS

El suelo ha sido clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), según se muestra en los certificados de los ensayos realizados. El siguiente cuadro nos da un resumen de lo que se presenta en los certificados.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		
DIVISIÓN PRINCIPAL	CRITERIOS	SIMBOLO DE GRUPO
Suelo de grano grueso R200 > 50 Suelo con grava R4 > 0.50 R200	F200<5, Cu ≥ 4, 1 ≤ Cz ≤ 3 F200<5, Cu ≥ 4, y Cz no tiene 1 y 3 F200<12, PI < 4, o límites de Atterberg Debajo de la línea A (figura 1.7) F200 < 12, LL > 7, y límites de Atterberg en o arriba de la línea A (figura 1.7) F200>12, LL <50, 4 ≤ PI ≤ 7, y límites de Atterberg en o arriba de la línea A 5 ≤ F200 ≤ 12; cumple los criterios de graduación de GW y los criterios de plasticidad de GM 5 ≤ F200 ≤ 12; cumple los criterios de graduación de GW y los criterios de plasticidad de GC 5 ≤ F200 ≤ 12; cumple los criterios de graduación de GP y los criterios de plasticidad de GM 5 ≤ F200 ≤ 12; cumple los criterios de graduación de GP y los criterios de plasticidad de GC	GW GP GM GC GC – GM GW – GW GW - GC GP – GM GP - GC
Suelo arenoso, R4 ≤ 0.5 R200	F200<5, Cu ≥ 6, 1 ≤ Cz ≤ 3 F200<5, Cu < 6, y/o Cz no entre 1 y 3 F200 > 12, PI < 4, o límites de Atterberg debajo de la línea A (figura 1.7) F200 > 12, PI > 7, o límites de Atterberg sobre o arriba de la línea A (figura 1.7) F200>12, LL > 50, 4 ≤ PI ≤ 7, y límites de Atterberg sobre o arriba de la línea A (figura 1.7) 5 ≤ F200 ≤ 12; cumple los criterios de graduación de SW y los criterios de plasticidad de SM 5 ≤ F200 ≤ 12; cumple los criterios de graduación de SW y los criterios de plasticidad de SC 5 ≤ F200 ≤ 12; cumple los criterios de graduación de SP y los criterios de plasticidad de SM 5 ≤ F200 ≤ 12; cumple los criterios de graduación de SP y los criterios de plasticidad de SC	SW SP SM SC SC – SM SW – SM SW – SC SP – SM SP – SC
Suelo de grano fino (inorgánico), R200 ≤ 50 Suelo limoso y arcilloso LL < 50 Suelo limoso y arcilloso LL ≥ 50	PI < 4, o límites de Atterberg debajo de la línea A (figura 1.7) PI > 7, y límites de Atterberg sobre o arriba de la línea A (figura 1.7) 4 ≤ PI ≤ 7; y límites de Atterberg arriba de la línea (figura 1.7) Límites de Atterberg debajo de la línea A (figura 1.7) Límites de Atterberg en o arriba de la línea A (figura 1.7)	ML CL CL – ML MH CH
Suelo de grano fino (orgánico) Limo orgánico y arcilla LL < 50 Limo orgánico y arcilla LL ≥ 50	$\frac{LL \text{ no secado en horno}}{LL \text{ secado en horno}} < 0.75$ $\frac{LL \text{ no secado en horno}}{LL \text{ secado en horno}} < 0.75$	OL OH
Nota: F200 = por ciento que pasa la malla no. 200; R200 = por ciento retenido en la malla no. 200; R4 = por ciento retenido en la malla no.4; Cu = coeficiente de graduación; LL = límite líquido; PI = índice de plasticidad, límite de Atterberg basado en la fracción menos no. 40 * Caso de la frontera, clasificación doble.		

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA
(Ref: a una cuadra frente al parque Puzo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com
FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C



CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229

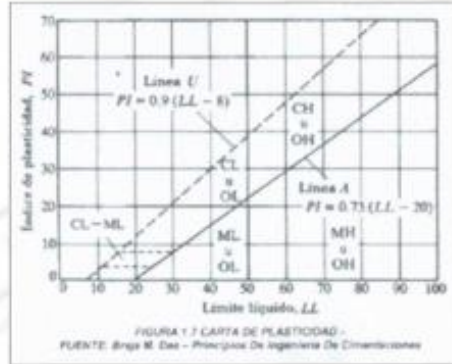


FIGURA 1.7 CARTA DE PLASTICIDAD - FIGURA: Braja M. Das – Principios De Ingeniería De Cimentaciones

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	GRANULOMETRIA (%)			LIMITES (%)		Índice de plasticidad (%)	C.H. (%)
			GRAVA	ARENA	FINOS	L.L.	L.P.		
CAL - 01	M - 1	1.50	69.48	29.16	1.36	N.P.	N.P.	N.P.	2.70
CAL - 02	M - 1	1.50	71.81	26.75	1.44	N.P.	N.P.	N.P.	2.90
CAL - 03	M - 1	1.50	69.78	28.80	1.42	N.P.	N.P.	N.P.	1.60
CAL - 04	M - 1	1.50	64.09	35.79	0.13	N.P.	N.P.	N.P.	2.00
CAL - 05	M - 1	1.50	63.78	36.09	0.13	N.P.	N.P.	N.P.	5.90
CAL - 06	M - 1	1.50	63.38	36.50	0.13	N.P.	N.P.	N.P.	1.20

CUADRO DE CLASIFICACION DEL TIPO DE SUELO

CALITAS	ESTRUCTURA	PROF. (m)	TIPO DE SUELO	CLASIF. SUCS	Cu.	Cc.	D50
CAL - 01	Estribo margen derecha	1.50	Grava mal gravada	GP	32.01	0.70	21.720
CAL - 02	Estribo margen derecha	1.50	Grava bien gravada con arena	GW	30.03	1.24	21.019
CAL - 03	Estribo margen derecha	1.50	Grava mal gravada	GP	36.80	0.68	21.391
CAL - 04	Estribo margen izquierda	1.50	Grava mal gravada	GP	14.39	0.43	11.000
CAL - 05	Estribo margen izquierda	1.50	Grava mal gravada	GP	14.21	0.42	11.119
CAL - 06	Estribo margen izquierda	1.50	Grava mal gravada	GP	14.63	0.37	10.865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Red. a una cuadra frente al parque Pazo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

RUC : 20606529229



5. ANALISIS DE CIMENTACIÓN

5.1. ANALISIS Y PARAMETROS SISMICOS PARA LAS ESTRUCTURAS:

Para esta condición el área en estudio se encuentra en la provincia de Huancayo, región Junín, donde se tiene suelos susceptibles de ampliación bajo condiciones de sollicitación dinámica, en base a las normas de Diseño Sismo Resistente Norma E-030. Para las calicatas le corresponde el perfil tipo S2. Donde $S2=1.15$, para un periodo predominante DE $Tp=0.6$ s $Tl=2.0$, también el factor de uso es $U=1.5$ (EDIFICACION ESCENCIAL)

Y de acuerdo a los factores de zona nos encontramos ubicados en la zona 3, el factor de zona $Z=0.35g$. Para el cálculo del coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas "R" se debe determinar mediante el producto del coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas por los factores de irregularidad estructural en altura y planta según la estructuración de la edificación y apoyado con la norma E-030. Para lo cual también se deberá saber el sistema estructural a emplear en el proyecto. Para el cálculo del coeficiente de amplificación sísmica "C", se deberá determinar mediante del cálculo del periodo fundamental de vibración de cada estructura a diseñar y apoyado de las restricciones según sea el resultado de este periodo con la norma E-030.



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref: una cuadra frente al parque Puzo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C



CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ⚡ El presente audio se ha elaborado en base a la norma técnica E.050 de suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- ⚡ Durante el reconocimiento geológico del área de estudio y alrededores no se han apreciado riesgos geológicos por procesos de geodinámica externa que pudiera afectar la vulnerabilidad de las estructuras proyectadas.
- ⚡ Es conveniente que todos los elementos estructurales se apoyen a la misma profundidad y calculados de acuerdo a las normas de Diseño Sismorresistente.
- ⚡ Dada las características del suelo, se recomienda utilizar refuerzos para mejorar la resistencia y capacidad de deformaciones del suelo, el refuerzo debe considerar materiales de préstamo con características similares a un afirmado y si es necesario el uso de geo sintéticos. Además, se deberá modelar el comportamiento de la estructura de este suelo a la cimentación.
- ⚡ Los resultados obtenidos en el presente audio, así como las conclusiones y recomendaciones establecidas solo son válidos para el área de influencia en cada calicata investigada y no garantizada a otros proyectos que lo toman como referencia.
- ⚡ Se recomienda cimentar por debajo del nivel activo o erosión potencial, si se trata de arenas compactas. En el caso de arcillas o limos firmes, recomienda cimentar por debajo del nivel activo por cambios de volumen.
- ⚡ Los resultados obtenidos para el análisis de socavación son:

CALICATA	STRUCTURA	PROF. (m)	CLASIF. SUCS	Cu	Cc	D50
CAL - 01	Estribo margen derecha	1.50	GP	32.01	0.70	21.720
CAL - 02	Estribo margen derecha	1.50	GW	30.03	1.24	21.019
CAL - 03	Estribo margen derecha	1.50	GP	36.80	0.68	21.391
CAL - 04	Estribo margen izquierda	1.50	GP	14.39	0.43	11.000
CAL - 05	Estribo margen izquierda	1.50	GP	14.21	0.42	11.119
CAL - 06	Estribo margen izquierda	1.50	GP	14.63	0.37	10.865

CALICATA	Granulometría (%)			Límites (%)		Índice de plasticidad	C.H. (%)
	GRAVA	ARENA	FINOS	L.L.	L.P.		
CAL - 01	69.48	29.16	1.36	N.P.	N.P.	N.P.	2.70
CAL - 02	71.81	26.75	1.44	N.P.	N.P.	N.P.	2.90
CAL - 03	69.78	28.80	1.42	N.P.	N.P.	N.P.	1.80
CAL - 04	64.09	35.79	0.13	N.P.	N.P.	N.P.	2.00
CAL - 05	63.78	36.09	0.13	N.P.	N.P.	N.P.	5.90
CAL - 06	63.38	36.50	0.13	N.P.	N.P.	N.P.	1.20



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N° 111-CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com

geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

RUC : 20606529229



7. ANEXOS





DIRECCIÓN : JR. GRAN N°211 D.H.L.C.A.
 (RUELA GRANDE) CANTÓN AL. PAMPA
 PUNO AV. FERROCARRIL CRUC. CON
 Av. Ferrocarril Desamb.
 TELÉFONO : 952525151 / 952521911
 991375093

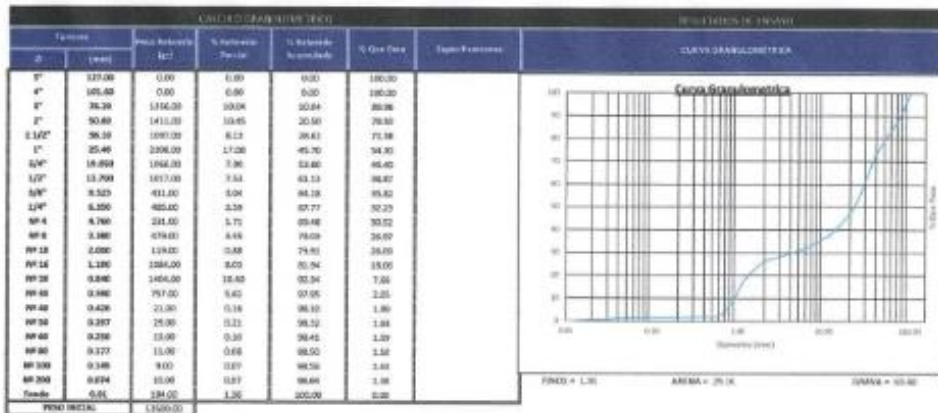
E-MAIL :
 LABORATORIO@GEOV.SAC.COM
 LABORATORIO@GMAIL.COM
 GEO TEST V R.L.C.
 9960559255

FACEBOOK :
 GEO TEST V R.L.C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 NORMA TÉCNICA : MTC E 107, AASHTO T 88, ASTM D 422

PROYECTO : TESIS: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUBIRO (DESPUES DE SU REHABILITACION) REGION JUNIN 2020
 SOLICITA : Ing. Maryori Chaska Tojeda, Ing. Juan Carlos Vargas Rivas
 UBICACIÓN : Huancayo
 MATERIAL : Calicla 60, N°1

FORMA : A-10
 FECHA : Octubre 2020



DISTRIBUCION DE TAMAÑO DE PARTÍCULA

Grande	0.00	Tamaño donde pasa el 10% del material
Mediana	0.20	Tamaño donde pasa el 50% del material
Pequeña	0.18	Tamaño donde pasa el 90% del material
Muy Pequeña	0.15	Tamaño donde pasa el 95% del material
Muy Muy Pequeña	0.075	Tamaño donde pasa el 99% del material

INDICAR COMPONENTES DE LA DISTRIBUCION

Medida de uniformidad (gradiente del suelo)

U = 2.11

Si U < 1, el suelo es bien graduado.
 Si U > 1, el suelo es mal graduado.
 Si U > 1, el suelo es mal graduado y es de tipo C.

INDICAR COMPONENTES DE LA DISTRIBUCION

Dato complementario para definir la uniformidad de la distribución

U = 0.15 Los suelos bien graduados C y G.

Ø (mm)	Ø (mm)	Ø (mm)	Ø (mm)	Ø (mm)	Ø (mm)
75	47.5	25	15	7.5	4.75
15	7.5	4.75	2.5	1.5	0.85
7.5	4.75	2.5	1.5	0.85	0.425
4.75	2.5	1.5	0.85	0.425	0.25
2.5	1.5	0.85	0.425	0.25	0.15
1.5	0.85	0.425	0.25	0.15	0.075
0.85	0.425	0.25	0.15	0.075	0.075
0.425	0.25	0.15	0.075	0.075	0.075
0.25	0.15	0.075	0.075	0.075	0.075
0.15	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075

NOTAS:
 * Los datos presentados por el laboratorio serán válidos en el punto específico de cada informe.
 ** Los análisis efectuados en otros laboratorios o en laboratorios fuera del laboratorio, deben ser reportados en su totalidad.
 *** Los resultados indicados sobre los resultados propuestos por el cliente o laboratorio de referencia de suelos, rocas, asfalto.
 **** Los análisis fueron realizados en el laboratorio de Huancayo, Tercera Regional, referenciado anteriormente.

GEO TEST V. SAC
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

 ING. MAX JERRY VELLO SULCARAY
 CIP N° 24742
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA DEO TEST V. S.A.S



DIRECCIÓN: JUN BRUNO N° 211 - CHILCA
 TEL: +51 (0)11 25529279
 PASEO AV. FERROCARRIL, CRUCE DON
 ANTONIO RIVERA
 CELULAR: 982529181 - 978821911
 091 275000

E-MAIL: LABDETESTV@GMAIL.COM
 DEOTESTV@GMAIL.COM
 FACEBOOK: DEO TEST V S.A.S.
 WWW: 2060529279

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NORMA TÉCNICA: MTC E 107 AASHTO T 88 ASTM D 422

PROYECTO: TESTE: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COLMERO (DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020)
 SOLICITA: Bach Ing Mayra Chanco Tejeda Bach Ing Juan Carlos Vargas Ramos
 UBICACIÓN: Huarochiri
 MATERIAL: Grava M20

TÉCNICO AYO

FS04

Octubre 2020

ENSAYO GRANULOMÉTRICO							FINES DE MUESTRA	
Tamiz		Peso Retenido (g)	% Retenido (Porcentaje)	% Retenido Acumulativo	% Que Pasa	Tamaño (mm)	CURVA GRANULOMÉTRICA	
1"	25.40	0.00	0.0000	0.000	100.000			
4"	101.60	0.00	0.0000	0.000	100.000			
8"	203.20	1233.00	9.3961	9.396	90.602			
2"	50.80	1847.00	30.6174	39.995	60.002			
1 1/2"	38.10	3838.00	7.7154	27.085	72.915			
3"	76.20	2468.00	17.9018	44.989	55.011			
3/4"	19.00	3623.00	7.8079	32.801	67.199			
1 1/4"	31.75	1897.00	7.8077	30.601	69.399			
5/8"	15.875	597.00	4.4288	34.901	65.099			
1/4"	6.350	571.00	4.2468	30.647	69.353			
Nº 4	4.750	398.00	2.4824	28.165	71.835			
Nº 8	2.360	527.00	3.9151	25.250	74.750			
Nº 10	2.000	139.00	0.8694	26.119	73.881			
Nº 20	0.840	985.00	7.3759	33.534	66.466			
Nº 30	0.599	628.00	4.6701	38.204	61.796			
Nº 40	0.425	21.00	0.2008	38.404	61.596			
Nº 50	0.297	21.90	0.1962	38.601	61.399			
Nº 60	0.250	12.30	0.0930	38.694	61.306			
Nº 80	0.177	11.11	0.0807	38.775	61.225			
Nº 100	0.149	14.90	0.1341	38.909	61.091			
Nº 200	0.075	10.90	0.0744	39.000	60.999			
Fines	0.075	133.00	1.4351	40.435	59.565			
PESO TOTAL		1424.02						

127 RESULTADOS DE TAMIZADO DE PASADIZA

Tamaño (mm)	Resultado	Descripción
0.075	1.4351	Tamaño donde pasa el 100% del material
0.150	1.4351	Tamaño donde pasa el 100% del material
0.300	1.4351	Tamaño donde pasa el 100% del material
0.600	1.4351	Tamaño donde pasa el 100% del material
1.180	1.4351	Tamaño donde pasa el 100% del material
2.000	1.4351	Tamaño donde pasa el 100% del material

CALCULAR COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD

Módulo de uniformidad (graduado del suelo):

U ₁	1.41	Si U ₁ < 1.41, el suelo es uniforme
U ₂	35.75	Los grupos bien graduados o Cu-4
U ₃	71.02	Los arena bien graduados o Cu-5

CALCULAR COEFICIENTES DE CURVATURA

Dato complementario para definir la uniformidad de la curva:

U ₄	1.19	Los suelos bien graduados (2 entre 1 y 3)
----------------	------	---

D60	D30	D60	D30	D10	D10
87.11					
	34.72				
		28.44			
			21.00		
				5.75	
					0.075
RESULTADOS					
D60	D30	D60	D30	D10	D10
87.11	34.72	28.44	21.00	5.75	0.075

REMARKS:
 *Una falta proporcional por el procedimiento de selección en la parte superior de este informe.
 *El presente documento es válido únicamente en el ámbito de la obra, siendo responsable de su validez.
 *Los resultados reflejados solo de carácter informativo por no haberse realizado el análisis de humedad, compactación, etc.
 *Los valores deben verificarse según las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.

DEO TEST V S.A.S
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

 ING. MAX JERRY VELAZ SUZCANA
 CIP 142019
 TALLER DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA BEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : J.W. BERAÚ N°21 | CHIMELA
 IMP. A 100M. TORREDA FUENTES DEL VALLON
 PUNTO AV. PERU/CHILE DEL CRUCE CON
 Av. Kunturkancha, Moquechi

E-MAIL :
 FACEBOOK :
 RUC :

LABORTESTV@GMAIL.COM
 LABORTESTV@GMAIL.COM
 BEO TEST V S.A.S.
 30000529229



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 NORMA TÉCNICA : MTC E 107, AASHTO 88, ASTM D 422

PROYECTO : TESIS: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMBINADO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020
 SOLICITA : Bach. Ing. Maynor Chanca Tejeda, Bach. Ing. Juan Carlos Vargas Itano
 UBICACIÓN : Huancayo
 MATERIAL : Calkota MO. N°3
 TÉCNICO : A.Y.G. RCHA Octubre 2020

CÁLCULO GRANULOMÉTRICO							TITULO TECNICO: TUNADO		
CURVA GRANULOMÉTRICA							CURVA GRANULOMÉTRICA		
Ø	Tamaño	Peso Retenido (gr)	% Retenido Ponderal	% Retenido Acumulada	N. Grs Pasa	Tipificación	Gráfico		
5"	127.00	0.00	0.00	0.00	300.00				
4"	101.60	0.00	0.00	0.00	300.00				
3"	76.20	1754.00	59.04	30.04	89.96				
2"	50.80	1089.00	35.37	30.41	79.59				
1 1/2"	38.10	293.00	9.66	37.47	62.53				
1"	25.40	877.00	28.84	45.31	54.69				
3/4"	19.00	379.00	12.35	53.36	46.64				
1/2"	12.50	337.00	11.17	69.63	39.37				
3/8"	9.50	108.00	3.57	74.40	35.50				
1/4"	6.25	487.00	15.81	64.01	31.99				
Nº 4	4.75	218.00	7.14	69.78	30.22				
Nº 6	3.35	415.00	13.60	73.18	28.82				
Nº 10	2.00	379.00	12.35	73.96	26.04				
Nº 16	1.18	1075.00	34.87	81.06	18.04				
Nº 20	0.85	1399.00	44.97	82.33	7.67				
Nº 30	0.60	145.00	4.73	87.06	3.13				
Nº 40	0.425	24.00	0.78	88.08	1.02				
Nº 50	0.30	24.00	0.78	88.25	1.74				
Nº 60	0.250	11.00	0.36	88.34	1.66				
Nº 80	0.177	9.80	0.32	88.41	1.59				
Nº 100	0.150	18.00	0.58	88.49	1.51				
Nº 200	0.075	12.00	0.39	88.54	1.42				
Fondo	0.05	372.00	1.21	89.80	0.20				
PESO PASCAL		15480.80							

UNIFORMIDAD DE LA FRACCIÓN DE FINEZ

Clase 1	0.85	Tamaño donde pasa el 0.85% del material
Clase 2	4.75	Tamaño donde pasa el 50% del material
Clase 3	7.50	Tamaño donde pasa el 50% del material
Clase 4	15.00	Tamaño donde pasa el 60% del material
Clase 5	30.00	Tamaño donde pasa el 90% del material
Clase 6	60.00	Tamaño donde pasa el 95% del material

CÁLCULO COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

Medida de uniformidad (gradación del betón)

$U = \frac{C_u}{C_{60}}$ = 0.80

Si $C_u \leq 1$, el sustrato es uniforme.
 Los granos bien graduados a $C_u < 1$
 Los arena bien graduados a $C_u < 0.6$

CÁLCULO COEFICIENTE DE CURVATURA

Dato complementario para definir la uniformidad de la curvatura

$C_c = \frac{C_{40} - C_{20}}{(C_{60} - C_{20})^2}$ = 0.08

Los sustratos bien graduados: $C_c \leq 1$ y $1 < C_c < 5$

Ø (mm)	Ø (mm)	Ø (mm)	Ø (mm)	Ø (mm)	Ø (mm)
50.8	75.0	100.0	150.0	200.0	250.0
100.0	150.0	200.0	300.0	400.0	500.0
150.0	200.0	300.0	400.0	500.0	600.0
200.0	300.0	400.0	500.0	600.0	750.0
300.0	400.0	500.0	600.0	750.0	1000.0
400.0	500.0	600.0	750.0	1000.0	1250.0
500.0	600.0	750.0	1000.0	1250.0	1500.0
600.0	750.0	1000.0	1250.0	1500.0	1750.0
750.0	1000.0	1250.0	1500.0	1750.0	2000.0
1000.0	1250.0	1500.0	1750.0	2000.0	2500.0
1250.0	1500.0	1750.0	2000.0	2500.0	3000.0
1500.0	1750.0	2000.0	2500.0	3000.0	3500.0
1750.0	2000.0	2500.0	3000.0	3500.0	4000.0
2000.0	2500.0	3000.0	3500.0	4000.0	4500.0
2500.0	3000.0	3500.0	4000.0	4500.0	5000.0
3000.0	3500.0	4000.0	4500.0	5000.0	5500.0
3500.0	4000.0	4500.0	5000.0	5500.0	6000.0
4000.0	4500.0	5000.0	5500.0	6000.0	6500.0
4500.0	5000.0	5500.0	6000.0	6500.0	7000.0
5000.0	5500.0	6000.0	6500.0	7000.0	7500.0
5500.0	6000.0	6500.0	7000.0	7500.0	8000.0
6000.0	6500.0	7000.0	7500.0	8000.0	8500.0
6500.0	7000.0	7500.0	8000.0	8500.0	9000.0
7000.0	7500.0	8000.0	8500.0	9000.0	9500.0
7500.0	8000.0	8500.0	9000.0	9500.0	10000.0
8000.0	8500.0	9000.0	9500.0	10000.0	10500.0
8500.0	9000.0	9500.0	10000.0	10500.0	11000.0
9000.0	9500.0	10000.0	10500.0	11000.0	11500.0
9500.0	10000.0	10500.0	11000.0	11500.0	12000.0
10000.0	10500.0	11000.0	11500.0	12000.0	12500.0
10500.0	11000.0	11500.0	12000.0	12500.0	13000.0
11000.0	11500.0	12000.0	12500.0	13000.0	13500.0
11500.0	12000.0	12500.0	13000.0	13500.0	14000.0
12000.0	12500.0	13000.0	13500.0	14000.0	14500.0
12500.0	13000.0	13500.0	14000.0	14500.0	15000.0
13000.0	13500.0	14000.0	14500.0	15000.0	15500.0
13500.0	14000.0	14500.0	15000.0	15500.0	16000.0
14000.0	14500.0	15000.0	15500.0	16000.0	16500.0
14500.0	15000.0	15500.0	16000.0	16500.0	17000.0
15000.0	15500.0	16000.0	16500.0	17000.0	17500.0
15500.0	16000.0	16500.0	17000.0	17500.0	18000.0
16000.0	16500.0	17000.0	17500.0	18000.0	18500.0
16500.0	17000.0	17500.0	18000.0	18500.0	19000.0
17000.0	17500.0	18000.0	18500.0	19000.0	19500.0
17500.0	18000.0	18500.0	19000.0	19500.0	20000.0
18000.0	18500.0	19000.0	19500.0	20000.0	20500.0
18500.0	19000.0	19500.0	20000.0	20500.0	21000.0
19000.0	19500.0	20000.0	20500.0	21000.0	21500.0
19500.0	20000.0	20500.0	21000.0	21500.0	22000.0
20000.0	20500.0	21000.0	21500.0	22000.0	22500.0
20500.0	21000.0	21500.0	22000.0	22500.0	23000.0
21000.0	21500.0	22000.0	22500.0	23000.0	23500.0
21500.0	22000.0	22500.0	23000.0	23500.0	24000.0
22000.0	22500.0	23000.0	23500.0	24000.0	24500.0
22500.0	23000.0	23500.0	24000.0	24500.0	25000.0
23000.0	23500.0	24000.0	24500.0	25000.0	25500.0
23500.0	24000.0	24500.0	25000.0	25500.0	26000.0
24000.0	24500.0	25000.0	25500.0	26000.0	26500.0
24500.0	25000.0	25500.0	26000.0	26500.0	27000.0
25000.0	25500.0	26000.0	26500.0	27000.0	27500.0
25500.0	26000.0	26500.0	27000.0	27500.0	28000.0
26000.0	26500.0	27000.0	27500.0	28000.0	28500.0
26500.0	27000.0	27500.0	28000.0	28500.0	29000.0
27000.0	27500.0	28000.0	28500.0	29000.0	29500.0
27500.0	28000.0	28500.0	29000.0	29500.0	30000.0
28000.0	28500.0	29000.0	29500.0	30000.0	30500.0
28500.0	29000.0	29500.0	30000.0	30500.0	31000.0
29000.0	29500.0	30000.0	30500.0	31000.0	31500.0
29500.0	30000.0	30500.0	31000.0	31500.0	32000.0
30000.0	30500.0	31000.0	31500.0	32000.0	32500.0
30500.0	31000.0	31500.0	32000.0	32500.0	33000.0
31000.0	31500.0	32000.0	32500.0	33000.0	33500.0
31500.0	32000.0	32500.0	33000.0	33500.0	34000.0
32000.0	32500.0	33000.0	33500.0	34000.0	34500.0
32500.0	33000.0	33500.0	34000.0	34500.0	35000.0
33000.0	33500.0	34000.0	34500.0	35000.0	35500.0
33500.0	34000.0	34500.0	35000.0	35500.0	36000.0
34000.0	34500.0	35000.0	35500.0	36000.0	36500.0
34500.0	35000.0	35500.0	36000.0	36500.0	37000.0
35000.0	35500.0	36000.0	36500.0	37000.0	37500.0
35500.0	36000.0	36500.0	37000.0	37500.0	38000.0
36000.0	36500.0	37000.0	37500.0	38000.0	38500.0
36500.0	37000.0	37500.0	38000.0	38500.0	39000.0
37000.0	37500.0	38000.0	38500.0	39000.0	39500.0
37500.0	38000.0	38500.0	39000.0	39500.0	40000.0
38000.0	38500.0	39000.0	39500.0	40000.0	40500.0
38500.0	39000.0	39500.0	40000.0	40500.0	41000.0
39000.0	39500.0	40000.0	40500.0	41000.0	41500.0
39500.0	40000.0	40500.0	41000.0	41500.0	42000.0
40000.0	40500.0	41000.0	41500.0	42000.0	42500.0
40500.0	41000.0	41500.0	42000.0	42500.0	43000.0
41000.0	41500.0	42000.0	42500.0	43000.0	43500.0
41500.0	42000.0	42500.0	43000.0	43500.0	44000.0
42000.0	42500.0	43000.0	43500.0	44000.0	44500.0
42500.0	43000.0	43500.0	44000.0	44500.0	45000.0
43000.0	43500.0	44000.0	44500.0	45000.0	45500.0
43500.0	44000.0	44500.0	45000.0	45500.0	46000.0
44000.0	44500.0	45000.0	45500.0	46000.0	46500.0
44500.0	45000.0	45500.0	46000.0	46500.0	47000.0
45000.0	45500.0	46000.0	46500.0	47000.0	47500.0
45500.0	46000.0	46500.0	47000.0	47500.0	48000.0
46000.0	46500.0	47000.0	47500.0	48000.0	48500.0
46500.0	47000.0	47500.0	48000.0	48500.0	49000.0
47000.0	47500.0	48000.0	48500.0	49000.0	49500.0
47500.0	48000.0	48500.0	49000.0	49500.0	50000.0
48000.0	48500.0	49000.0	49500.0	50000.0	50500.0
48500.0	49000.0	49500.0	50000.0	50500.0	51000.0
49000.0	49500.0	50000.0	50500.0	51000.0	51500.0
49500.0	50000.0	50500.0	51000.0	51500.0	52000.0
50000.0	50500.0	51000.0	51500.0	52000.0	52500.0
50500.0	51000.0	51500.0	52000.0	52500.0	53000.0
51000.0	51500.0	52000.0	52500.0	53000.0	53500.0
51500.0	52000.0	52500.0	53000.0	53500.0	54000.0
52000.0	52500.0	53000.0	53500.0	54000.0	54500.0
52500.0	53000.0	53500.0	54000.0	54500.0	55000.0
53000.0	53500.0	54000.0	54500.0	55000.0	55500.0
53500.0	54000.0	54500.0	55000.0	55500.0	56000.0
54000.0	54500.0	55000.0	55500.0	56000.0	56500.0
54500.0	55000.0	55500.0	56000.0	56500.0	57000.0
55000.0	55500.0	56000.0	56500.0	57000.0	57500.0
55500.0	56000.0	5			

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO
TEST V. SAC

DIRECCION : C.A. URUQUÍ N.º 211 - BOGOTÁ
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020"
 Patrocinario : Bach Ing. Mayorki Charca Tajeda; Bach Ing. Juan Carlos Vargas Ramos
 Código de formato : PCA-EX-011 REV. 01/FECHA: 2021-02-11
 Ubicación : Huancayo
 Fecha de emisión : Octubre 2020
 Clase de material : Calicata MD. N°1
 Norma : NTP-ASTM-MTC
 Ensayado por : A.Y.G

Hoja: 01 de 01

REGISTRO DE SONDAJE							
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			ENSAYOS DE LABORATORIO		ENSAYOS DE CAMPO		DESCRIPCION DE ESTRATO
PROF. (m)	ESPESOR (m)	NOMBRE	CLASE SUCS	SIMBOLO GRAFICO	H. H. %	D. H. g/cm ³	
0.00	0.15	SM	---	---	---	---	Relevo contaminado en matriz arcillosa, presencia de raíces y restos de plástico.
	0.15	SM	---	---	---	---	Terreno de cultivo, fino arenoso con abundantes raíces.
0.50							
1.00							
1.50	2.70	MQ1	GP		---	---	Grava mal graduada con arena, el material presenta T _M -3°. Se encuentra húmeda a saturada y de consistencia suelta. La granulometría presenta: Grava=69.40%, Arena=29.16%, Fines=1.30%.
2.00							
2.50							
3.00							

GEO-TEST V. SAC
 AUTORIZADO PARA LA EJECUCION DE ENsayOS

 ING. MAX JERRY VELIZ SUGARAY
 CIP N° 342712
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. S.A.C**


DIRECCIÓN : JR. OSORIO N° 833 - CHILEA E-MAIL : LABORATORIO@GEOTESTV.COM
 OFICINA : AV. LA CHARRA FRENTE AL PARQUE PUEBLO ALBERDI, PUEBLO ALBERDI, BUENOS AIRES ARGENTINA WEBSITE : WWW.GEOTESTV.COM
 TELÉFONO : +54 11 4383 1911 / 4383 1922 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C
 CUIL : 30908409320 RUC : 30908409320



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : TESIS "EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020"
Peticionario : Bach. Ing. Mayroli Charca Topeda; Bach. Ing. Juan Carlos Vargas Ramos
Código de formato : PCA-EX-01/ REV.31/FECHA 2021-02-11
Ubicación : Huacayo
Fecha de emisión : Octubre 2020
Clase de material : Calicata MD. N°2
Norma : NTP-ASTM-MTC
Ensayado por : A.Y.G.

Hoja: 01 de 01

REGISTRO DE SONDAJE							
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			ENSAYOS DE LABORATORIO		ENSAYOS DE CAMPO		DESCRIPCION DE ESTRATO
PROF. (m)	ESPAESOR (m)	NOMBRE	CLASIF. SUCS	SIMBOLO GRAFICO	R. M. %	D. M. gradó	
0.00	0.10	S.M	---	---	---	---	Refrero contaminado en matriz limosa, presencia de raíces y restos de plástico.
0.10	0.30	S.M	---	---	---	---	Refrero en matriz limosa, presencia de abundantes raíces.
0.40							
0.50							
1.00							
1.50	2.60	M-02	GW				Grava bien gradada con arena, el material presenta TM= 3". Se encuentra húmeda a saturada y de compesidad suelta. La granulometría presenta: Grava=71.81%, Arena=26.75%, Fines=1.44%.
2.00							
2.50							
3.00							


GEO TEST V. S.A.C.
 INGENIERIA DE INVESTIGACIONES Y ENSAYOS

ANDRÉS YAGUET
 CIP N° 247312
 JEFE DEL LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC**

UBICACIÓN	LABORAL N° 211 CHICLA	E-MAIL	LABORTESTV@GMAIL.COM
	IND. A. UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUEBLO YERBA BUENA		TESTV@GMAIL.COM
	CRUCE CON AV. LEONOR PRADO	FACEBOOK	GEO TEST V S.A.S
CELULAR	950560111 - 972221011 - 981076092	WEB	20404520039



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS "EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020"
Peticionario	: Bach. Ing. Mayroli Chenco Torres; Bach. Ing. Juan Carlos Vargas Ramos
Código de formato	: PCA-E4-01/REV.01/FECHA 2021-02-11
Ubicación	: Huancayo
Fecha de ensayo	: Octubre 2020
Clase de material	: Calicata MD. N°3
Norma	: NIP-ASTM/C
Ensayo por	: A.Y.G

Hoja 01 de 01

REGISTRO DE SONDAJE							
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			ENSAYOS DE LABORATORIO		ENSAYOS DE CAMPO		DESCRIPCION DE ESTRATO
PROF (m)	ESPESOR (m)	NOMBRE	CLASIF. SUCS	SIMBOLO GRAFICO	R. M. %	Q. R. g/m ³	
0.00	0.20	SM	---	---	---	---	Refraso contaminado en matriz arcillosa, presencia de raíces y restos de plástico.
0.20							
0.50							
1.00							
1.50	2.80	M-03	GW		---	---	Grava bien graduada con arena, el material presenta TM= 3". Se encuentra húmeda a saturada y de consistencia suelta. La granulometría presenta: Grava=69.76%, Arena=26.80%, Fines=1.42%.
2.00							
2.50							
3.00							

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP N° 247212
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN: Av. Grau N° 311 - CHILCA
 E-MAIL: LABORATORIO@GEOTESTV.COM
 TEL: +51 011 42682420 - 42682421 - 42682422
 LABORIO@GEOTESTV.COM
 GEO TEST V. S.A.S.C
 DIRECCIÓN: 01000 3200 20

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto: TESIS: "EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020"
 Peticionario: Bach. Ing. Mayork Chance Tojeda; Bach. Ing. Juan Carlos Vargas Ramos
 Código de formato: PCA-EX-01 REV.01/FECHA 2021-02-11
 Ubicación: Huanayo
 Fecha de emisión: Octubre 2020
 Clase de material: Calicata MD. N°4
 Norma: NTP-A31M-MTC
 Ensayado por: A.Y.G.

Hoja: 01 de 01

REGISTRO DE SONDAJE							
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			ENSAYOS DE LABORATORIO		ENSAYOS DE CAMPO		DESCRIPCION DE ESTRATO
PROF. (m)	ESPEJOR (m)	NOMBRE	CLASIF. SUCS	SÍMBOLO GRAFICO	H. R. %	D. R. gr/m ³	
0.00	0.15	S/M	---	---	---	---	relleno contaminado en matriz arcillosa, presencia de raíces y restos de plástico.
0.50							
1.00							
1.50	2.85	M-04	GP		---	---	Grava bien graduada con arena, el material presenta TM= 1 1/2". Se encuentra húmeda a saturada y de consistencia suelta. La granulometría presenta: Grava=84.06%, Arena=35.70%, Fines=0.13%.
2.00							
2.50							
3.00							



ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
CIP N° 24732
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : JOSE BRUCE MORALES CHIRICA E-MAIL : LABORATORIO@GEOTESTV.COM
 BOCA DE UCA, CARRETERA SURTE AL PARQUE PUERTO AL, FERROCARRIL, REYNOSA, HUANCAYO, PERU
 TELÉFONO AL FONDO: 052 973 019 111 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C
 DELICIAS : 952020131 - 973001911 - 951375003 RUC : 80606509829

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUEBLO COMINERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020"
 Peticionario : Bach Ing Mayra Cvarca Tejeda, Bach Ing Juan Carlos Vargas Ramos
 Código de formato : PCA-EX-01/REV 01/FECHA 2021-02-11 Clase de material : Calicata MD, N°5
 Ubicación : Huancayo Norma : NTP-ASTM MTC
 Fecha de emisión : Octubre 2020 Ensayado por : A.Y.G

Hoja: 01 de 01

REGISTRO DE SONDAJE							
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			ENSAYOS DE LABORATORIO		ENSAYOS DE CAMPO		DESCRIPCION DE ESTRATO
PROF (m)	ESPESOR (m)	NOMBRE	CLASIF. SUCS	SIMBOLO GRABCO	H. R. %	D. N. g/cm ³	
0.00							
0.50							
1.00							
1.50	3.00	M-05	GP		---	---	Grava bien gradada con arena, el material presenta TM= 1.12". Se encuentra húmeda a saturada y de consistencia suelta. La granulometría presenta: Grava=63.78%, Arena=36.09%, Finos=0.13%.
2.00							
2.50							
3.00							

GEO TEST V. SAC
 INVESTIGACIONES Y ENSAYOS DE MATERIALES

 JEFE DEL LABORATORIO
 CIP N° 247312

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. S.A.C




DIRECCIÓN: J. GARCÍA Nº 13 - CHILECA
F. MAIL: LABORATORIO@GEOTESTV.COM
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES Y CAMPO DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES
DIRECCIÓN: J. GARCÍA Nº 13 - CHILECA
F. MAIL: LABORATORIO@GEOTESTV.COM
CELULAR: 992325151 / 992201914 / 991273093
F. WEB: GEO TEST V. S. A. C.
RUC: 20600029229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMANERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2007"
Peticionario : Bach. Ing. Mayord Chanca Tejeda; Bach. Ing. Juan Carlos Vargas Ramos
Codigo de formato : PCA-EX-01/ REV 01/ FECHA 2014-02-11
Ubicación : Huancayo
Fecha de emisión : Octubre 2020
Clase de material : Calicata MD, N°6
Norma : NTP-ASTM/C
Ensayado por : A.Y.G.

Hoja: 01 de 01

REGISTRO DE SONDAGE							
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA			ENSAYOS DE LABORATORIO		ENSAYOS DE CAMPO		DESCRIPCION DE ESTRATO
PROF (m)	ESPESOR (m)	NOMBRE	CLASIF. SUCS	SIMBOLO GRAFICO	R. N. %	D. N. g/cm ³	
0.00	0.25	S/M	---	---	---	---	Refrano contaminado en matriz limosa, presencia de raíces y restos de plantas.
0.50							
1.00							
1.50	2.75	M-06	GP		---	---	Grava bien graduada con arena, el material presenta TM= 1 1/2". Se encuentra húmeda e saturada y de consistencia suelta. La granulometría presenta: Grava=63.38%, Arena=36.50%, Fines=0.13%
2.00							
2.50							
3.00							

GEO TEST V. S.A.C
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES Y CAMPO DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
CIP N° 247342
FPS DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°g11-CHILCA
(Ref. a una cuadra frente al parque Pozo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv@gmail.com
geotestv@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



PANEL FOTOGRÁFICO DE ESTUDIO GEOTECNICO

TESIS: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I
DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020

I. Informe Fotográfico

Calicatas



Calicata N°01 margen izquierda, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



Calicata N°02 margen izquierda, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.

GEO TEST V. SAC
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
ING. MAX JERRY VELIZ BULCARAY

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA
(Ref. a una cuadra frente al parque Puro
Av. Ferrocarril cruce con Av. Lencón Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Calicata N°05 margen derecha, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



Calicata N°06 margen derecha, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211 - CHILCA
(Ref: a una cuadra frente al parque Pazo
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com
geotest.v@gmail.com

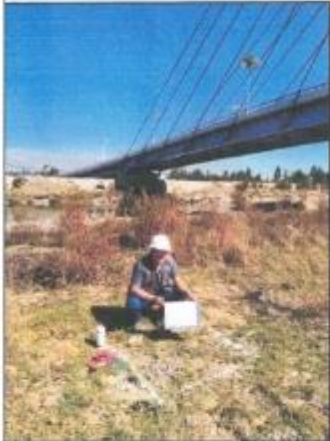
FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Calicata N°03 margen izquierda, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



Calicata N°04 margen derecha, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



ANEXO 5. CERTIFICADO DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE SENAMHI



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI

Dirección Zonal 11

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACION DE LA SALUD"

ESTACIÓN: **CO JAUJA**

LATITUD: 11°47'11.97" Sur
LONGITUD 75°29'12.76" Oeste
ALTITUD: 3366 msnm

DPTO.: Junin
PROV: Jauja
DIST.: Xauxa

Parametro: **Precipitación Maxima 24 horas (mm)**

Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2010	11.8	18.6	7.4	29.2	5.0	1.8	0.5	0.6	20.2	14.0	13.4	18.9
2011	14.2	21.9	31.9	14.3	9.0	0.0	1.1	1.5	5.5	10.5	17.6	31.4
2012	13.7	16.3	8.5	13.5	18.4	1.3	0.4	4.4	13.8	17.6	41.2	17.2
2013	20.4	20.1	19.6	7.4	5.6	2.6	2.0	17.5	1.8	27.4	20.9	11.4
2014	13.3	27.0	29.1	8.3	12.7	2.4	7.2	0.6	9.7	7.4	16.1	17.5
2015	22.2	23.1	15.7	13.8	9.7	6.2	6.8	2.2	24.3	22.4	45.6	46.4
2016	14.5	19.6	16.0	10.4	6.2	1.5	5.4	1.7	16.2	8.3	12.6	38.3
2017	15.3	19.5	28.4	8.0	8.8	0.5	0.5	8.2	13.4	24.2	24.4	13.5
2018	22.9	30.6	15.2	9.6	33.6	1.4	2.7	3.6	10.3	26.7	8.0	22.3
2019	35.0	16.9	17.8	16.8	5.5	1.1	0.4	0.3	5.2	12.1	18.7	57.6

INFORMACION PREPARADA PARA

TESISTAS:

BACH. VARGAS RAMOS, JUAN CARLOS

BACH. CHANCA TEJEDA, MARYORIT

FECHA: 19 DE FEBRERO DEL 2020



(Signature)

ING. ADAM RAMOS CADILLO
CIP N° 46100
DIRECTORA ZONAL 11
SENAMHI - JUNIN



Dirección Zonal SENAMHI-JUNÍN
JR. TRES DE MARZO S/N, CONCEPCION
Tel: 990866893
Email: esanchez@senamhi.gob.pe
www.senamhi.gob.pe

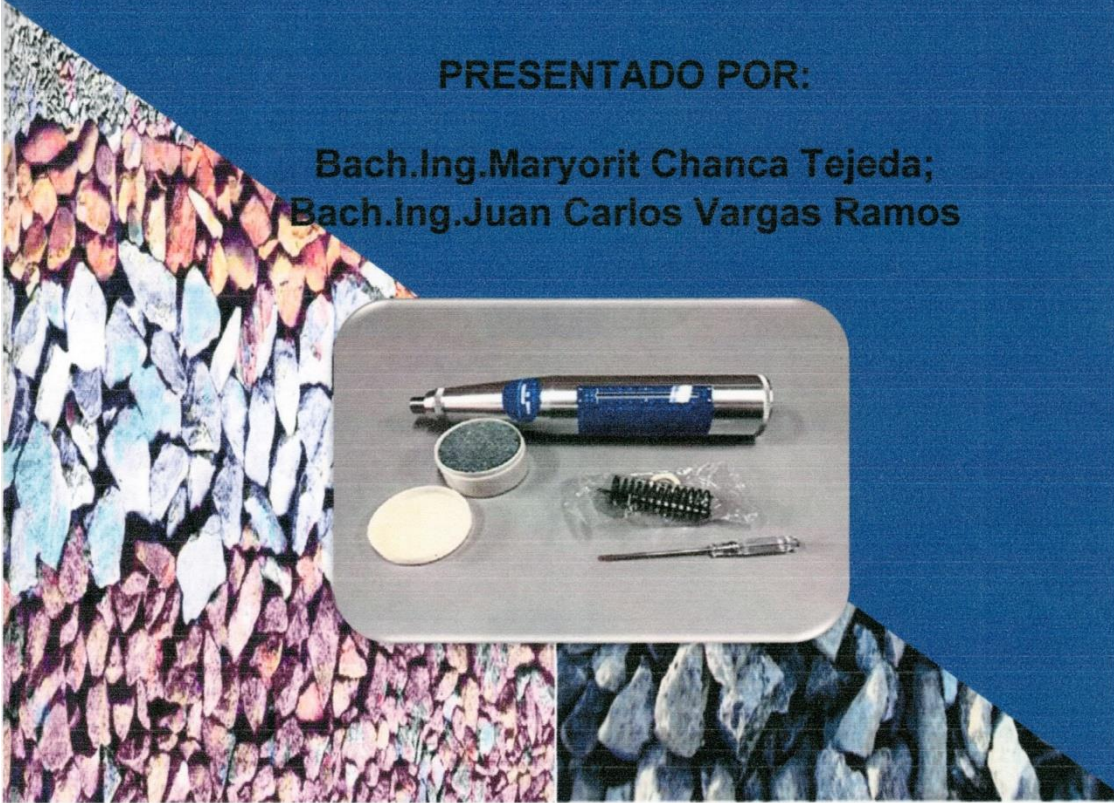
ANEXO 6. CERTIFICADO DE ESCLEROMETRÍA

2021

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PRESENTADO POR:

Bach.Ing.Maryorit Chanca Tejeda;
Bach.Ing.Juan Carlos Vargas Ramos



**“EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL
PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU
REHABILITACION, REGION JUNIN 2020”**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E
HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO
E HIDRAULICA GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : JR. BRAL N° 211 - CHILCA E-MAIL : LABGEOESTV03@GMAIL.COM
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO Av. FERROBARRIL CRUCE CON AV. LEONHOZ Prado) FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C.
 CELULAR : 992525151 - 972831911 WHATSAPP : 991375093



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : (TESIS) EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020

Peticionario : Bach. Ing. Maryvivi Chanca Tajeda Norma : MTC E-725/NTP 339.181
 : Bach. Ing. Juan Carlos Vargas Ramos

Estructura : Puente Adriantado Ensayado por : A.Y.G

Ubicación : Huancayo Fecha de recepción : Octubre 2020

Código Formato : ESC-EX-01/ REV.02 Fecha de emisión : Octubre 2020

**NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)
MTC E-725/NTP 339.181(2013)**

1. DATOS DEL ELEMENTO

Elemento : Estiño y Pínon
 Ubicación : Lado Derecho
 Dimensiones : -

2. CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

Equipo : Concrete Test Hammer
 Modelo : FORNEY Type N
 Serie : LA-0352

3. NUMERO DE REBOTES DEL CONCRETO

N° LECTURA	Punto N° 1			Punto N° 2			Punto N° 3		
	ESTIBO DERECHO $\alpha = 90^\circ$			PILON DERECHO AGUAS ABAJO $\alpha = 90^\circ$			PILON DERECHO AGUAS ARRIBA $\alpha = 90^\circ$		
	LECTURA			LECTURA			LECTURA		
	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA
1.00	48.00	48.00	--	53.00	53.00	--	48.00	48.00	--
2.00	55.00	55.00	--	57.00	--	57.00	51.00	--	51.00
3.00	47.00	--	47.00	58.00	--	58.00	48.00	--	48.00
4.00	51.00	--	51.00	61.00	61.00	--	50.00	--	50.00
5.00	50.00	--	50.00	61.00	61.00	--	45.00	45.00	--
6.00	45.00	--	45.00	45.00	45.00	--	55.00	55.00	--
7.00	58.00	58.00	--	53.00	53.00	--	50.00	--	50.00
8.00	45.00	45.00	--	57.00	--	57.00	45.00	45.00	--
9.00	50.00	--	50.00	50.00	--	50.00	55.00	55.00	--
10.00	53.00	53.00	--	61.00	61.00	--	48.00	--	48.00
11.00	45.00	45.00	--	62.00	62.00	--	52.00	--	52.00
12.00	53.00	53.00	--	50.00	--	50.00	58.00	58.00	--
13.00	50.00	--	50.00	50.00	50.00	--	47.00	47.00	--
14.00	46.00	46.00	--	50.00	--	50.00	59.00	59.00	--
15.00	47.00	--	47.00	58.00	--	58.00	48.00	--	48.00
16.00	50.00	--	50.00	59.00	--	59.00	55.00	--	55.00
LECTURAS	16.00			16.00			16.00		
SUMA	792.00			919.00			814.00		
VALORES LIMITES ESTADISTICOS	45.00			49.00			45.00		
PROMEDIO	49.50			57.44			50.88		
PROM. CORREG.	48.98			56.63			50.25		
DESV. ESTANDAR	1.89			1.41			2.43		
VALOR PROMEDIO DE ESCLEROMETRIA DE LOS PUNTOS TOMADOS	48.98			56.63			50.25		
RESISTENCIA ESTIMADA f_c (kg/cm ²)	500.00			MAYOR A 600			520.00		

OBSERVACIONES
 * Los datos proporcionados por el personal con las referencias en la parte superior de este informe



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO
E HIDRAULICA GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : JR. GRAU N°211-CHILCA E-MAIL : LABGEOTESTV20@GMAIL.COM
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO BENTEST.V@GMAIL.COM
 AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONOR PRADO)
 DELULAR : 95255151 - 970031911 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.S.
 991875093 WUC : 21606529229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : TESIS: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020
 Peticionario : Bach. Ing. Maryori Chanca Tejeda Norma : MTC E-725/NTP 339.181
 : Bach. Ing. Juan Carlos Vargas Ramos Ensayado por : A.Y.G.
 Estructura : Puente Atravesado Fecha de recepción : Octubre 2020
 Ubicación : Hancayo Fecha de emisión : Octubre 2020
 Código Formato : ESC-EX-01/ REV.02

**NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)
MTC E-725/NTP 339.181(2013)**

1. DATOS DEL ELEMENTO

Elemento : Estribo y Pilones
 Ubicación : Lado izquierdo
 Dimensiones : -

2. CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

Equipo : Concrete Test Hammer
 Modelo : FORNEY Type N
 Serie : LA-0362

3. NUMERO DE REBOTES DEL CONCRETO

N° LECTURA	Punto N° 4			Punto N° 5			Punto N° 6		
	ESTRIBO IZQUIERDO $\alpha = 90^\circ$			PILON IZQUIERDO AGUAS ABAJO $\alpha = 90^\circ$			PILON IZQUIERDO AGUAS ARRIBA $\alpha = 90^\circ$		
	LECTURA			LECTURA			LECTURA		
	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA
1.00	46.00	45.00	-	56.00	58.00	-	54.00	54.00	-
2.00	55.00	55.00	-	61.00	61.00	-	54.00	54.00	-
3.00	47.00	-	47.00	56.00	56.00	-	51.00	-	51.00
4.00	51.00	51.00	-	60.00	-	60.00	52.00	-	52.00
5.00	50.00	-	50.00	60.00	-	60.00	60.00	60.00	-
6.00	40.00	-	45.00	56.00	56.00	-	48.00	48.00	-
7.00	58.00	58.00	-	58.00	56.00	-	52.00	-	52.00
8.00	45.00	45.00	-	54.00	64.00	-	48.00	48.00	-
9.00	50.00	-	50.00	58.00	-	58.00	48.00	48.00	-
10.00	43.00	43.00	-	62.00	62.00	-	46.00	46.00	-
11.00	45.00	45.00	-	57.00	-	57.00	53.00	-	53.00
12.00	53.00	53.00	-	60.00	-	60.00	60.00	60.00	-
13.00	50.00	-	50.00	58.00	-	58.00	51.00	-	51.00
14.00	48.00	-	48.00	58.00	-	58.00	50.00	-	50.00
15.00	47.00	-	47.00	62.00	62.00	-	53.00	-	53.00
16.00	50.00	-	50.00	61.00	-	61.00	54.00	-	54.00
LECTURAS	N			N			N		
SUMA	Σ = 752			Σ = 945			Σ = 834		
VALORES LIMITES ESTADISTICOS	MÁXIMO			MÁXIMO			MÁXIMO		
	58.00			64.00			60.00		
	MÍNIMO			MÍNIMO			MÍNIMO		
	43.00			56.00			48.00		
PROMEDIO	$X = \Sigma / N$			$X = \Sigma / N$			$X = \Sigma / N$		
	48.25			59.06			52.13		
PROM. CORREG.	$X' = X / 0.9$			$X' = X / 0.9$			$X' = X / 0.9$		
	48.25			59.00			52.00		
DESV. ESTANDAR	s			s			s		
	1.91			1.15			1.31		
VALOR PROMEDIO DE ESCLEROMETRIA DE LOS PUNTOS TOMADOS	48.25			59.00			52.00		
RESISTENCIA ESTIMADA f_c (kg/cm ²)	485.00			MAYOR A 600			590.00		

OBSERVACIONES

* Los datos presentados son el resultado de las lecturas en la parte superior de cada estribo.
 * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, siendo su reproducción en su totalidad.



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO
E HIDRAULICA GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : UR. GRAM N° 211 - CHILCA

E-MAIL : LABTESTV@GMAIL.COM

REF. A UNA QUADRA FRENTE AL PARQUE FUZZ

UCOTESTV@GMAIL.COM

AV. FERRODARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO

PRADO :
TELULAR : 952925151 - 972931911
991275093

FABRICA
RUC :

: GEO TEST V. S.A.S.
: 20605529229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : TESIS: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020

Peticionario : Bach. Ing. Maryori Chanca Tajeda
Bach. Ing. Juan Carlos Vargas Ramos

Norma : MTC E-725/NTP 339.181

Estructura : Puente Atentado

Ensayo por : I.Y.G.

Ubicación : Huanuco

Fecha de recepción : Octubre 2020

Código Formato : ESC-EI-01/REV.02

Fecha de emisión : Octubre 2020

**NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)
MTC E-725/NTP 339.181(2013)**

1. DATOS DEL ELEMENTO

Elemento : Losa
Ubicación : -
Dimensiones : -

2. CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

Equipo : Concrete Test Hammer
Modelo : FORNEY Type N
Serie : LA-0352

3. NUMERO DE REBOTES DEL CONCRETO

N° LECTURA	Punto N° 1			Punto N° -			Punto N° -		
	LOSA $\alpha = 45^\circ$			LECTURA			LECTURA		
	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA	CAMPO	A ELIMINAR	TOMADA
1.00	48.00	48.00	-	-	-	-	-	-	-
2.00	46.00	46.00	-	-	-	-	-	-	-
3.00	57.00	-	57.00	-	-	-	-	-	-
4.00	60.00	60.00	-	-	-	-	-	-	-
5.00	52.00	52.00	-	-	-	-	-	-	-
6.00	52.00	-	52.00	-	-	-	-	-	-
7.00	66.00	-	66.00	-	-	-	-	-	-
8.00	58.00	-	58.00	-	-	-	-	-	-
9.00	62.00	62.00	-	-	-	-	-	-	-
10.00	58.00	58.00	-	-	-	-	-	-	-
11.00	62.00	62.00	-	-	-	-	-	-	-
12.00	56.00	-	56.00	-	-	-	-	-	-
13.00	54.00	-	54.00	-	-	-	-	-	-
14.00	63.00	63.00	-	-	-	-	-	-	-
15.00	58.00	-	58.00	-	-	-	-	-	-
16.00	58.00	-	58.00	-	-	-	-	-	-
LECTURAS	16.00			-			-		
SUMA	698.00			-			-		
VALORES LIMITES	MAYIMO			63.00			-		
ESTADISTICAS	MINIMO			48.00			-		
PROMEDIO	$\bar{X} = S/N$			56.13			-		
PROM. CORREG.	$\bar{X}' = S'/N$			56.88			-		
DESV. ESTANDAR	s			2.56			-		
VALOR PROMEDIO DE ESCLEROMETRIA DE LOS PUNTOS TOMADOS	56.88			-			-		
RESISTENCIA ESTIMADA f_c (kg/cm²)	MAYOR A 900			-			-		

OBSERVACIONES

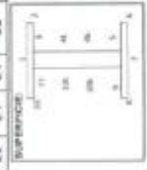
- * Los datos proporcionados por el peticionario son los reflejados en la parte superior de este informe.
- * El presente documento no debe ser reproducido sin autorización escrita del laboratorio, siendo su reproducción en su totalidad.
- * Los resultados obtenidos sobre los muestreos proporcionados por el cliente al laboratorio de mezcla de asfalto, concreto, acrílico.
- * Los ensayos fueron realizados respetando las Normas Técnicas Peruanas referenciadas anteriormente.

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 D.P. N° 217912
 "THE LAB" LABORATORIO

ANEXO 7. CERTIFICADO DE MEDICION DE ESPESORES DE LA
PINTURA



FORMATO																									
MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS											FECHA:	Página:													
OBRA : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMARCADO DEPUES DE SU REHABILITACIÓN, REGION JUNIN 2020											Octubre . 2020	1													
TESTEAS : OMBACA "SIEMA MARICORT" YARDAS RUMOS JUAN CARLOS																									
PINTURA : PRIMERA CAPA - JET ZINC 1800																									
CRITERIO DE ACEPTACION : NORMA SSPC PA2 - 2004																									
GRUPO DE INSPECCION : POSICION 6000-FIN-2009-416-20																									
COMPONENTE : VIGA TRANSVERSAL DE MARCHEZ EQUERCO																									
REFERENCIA : (ET-PT-152-03-REV.1																									
ESPESOR NOMINAL : 2.5 mm																									
DIMENSIONES : 1.02																									
ITEM	COORDO	SUPERFICIE	ESPESOR (mm)												CALIF.										
			SECCION 1	PROM. 1	SECCION 2	PROM. 2	SECCION 3	PROM. 3	SECCION 4	PROM. 4	SECCION 5	PROM. 5	P.P.	P.T.											
1	VIGA-PT152		1	2.2	2.5	3.0	2.4	3.1	2.3	2.4	2.3	2.6	2.3	2.4	2.3	2.8	2.3	2.4	2.4						
			2	2.1	3	2.8	3	2.9	2.6	2.7	2.7	3.3	3.2	3.3	3.3	2.9	2.8	3	2.9	2.9	2.9				
			3	2.6	3.1	2.8	2.8	3.1	3.2	3.1	3.1	3.4	3.3	3.2	3.3	3.2	3.1	3	3.1	3.2	3.3	3.1			
			4	2.8	2.8	2.7	2.8	3.0	3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1			
			5	2.8	2.8	3	2.9	2.8	3	3.1	3	3.2	3.3	3.2	3.2	2.8	2.7	2.9	2.8	2.8	2.7	2.8	2.9		
			6	2.5	2.6	2.4	2.5	2.1	2.2	2.5	2.3	2.4	2.7	2.8	2.6	2.2	2.4	2.1	2.2	2.5	2.4	2.2	2.5	2.4	
			7	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.9	2.6	2.6	3	3	2.8	3	2.6	2.8	2.4	3.0	2.4	2.6	2.1	2.4	2.6	
			8	2.3	2.2	2.2	2.2	3.1	2	3.1	3.1	3.1	3.7	3.4	3.5	3.6	2	3.3	3.1	3.1	2.1	3	2.8	3.2	2.2
			9	2.8	3.1	3	3	2.9	2.9	2.9	2.9	3.1	3.1	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
			10	3	2.8	2.8	2.8	3.3	3.3	3	3.2	3.3	3.3	3.4	3.3	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3	3.2	3.1	3.1	3.1
			11	2.6	2.7	2.8	2.8	3.1	3	3.2	3.1	3.4	3.4	3.2	3.3	3.2	3.1	3	3.1	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3.1
			12	2.4	2.5	2.5	2.5	3.2	2	2	2.1	2.7	2.6	2.6	2.8	2.4	3.3	2.6	2.4	2.2	2.1	2.4	2.2	2.4	2.4



GEO TEST V S.A.C.

 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

GEO TEST V S.A.C.



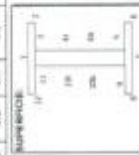
FORMATO													FECHA:	04 de Julio - 2020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS													PAGINA:	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
OBRA	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMPLEJO (ESPAÑAS DE SU REEVALUACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
TESTEAS	CHÉNGA, TEJERA MARICOTE VARIAS PUNOS JUAN GARCÉS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
PINTURA	PRIMERA CAPA - JET ZINC-1403																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
CRITERIO DE ADOPTACIÓN	NORMA SSPC PA2 - 2004																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
EQUIPO DE INSPECCIÓN	PROYECTOR 6000-FMS-0983-116-03																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
COMPONENTE	VIGA TRANSVERSAL EN MARGEN DERECHO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en μ m)										P.P.	P.F.	CALIF.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1	VTH-PT110	SUPERFICIE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000



GEO TEST V S.A.C.
 INGENIERÍA DE CONTROL DE MATERIALES
 ING. MAX JERRY VELZ SULLCARAY
 CIP N° 25010
 JEFE DE LABORATORIO



FORMATO																								
MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS																								
EVALUACIÓN DE LA COCERCIÓN REAL DEL PAVIMENTO CONVIERTE (DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2018)																								
OBRA: OBRERA TEJEDA MARI-CORT VARIAS UNIDADES JUNIN-CARLOS																								
PINTURA: SOLUCIÓN CALPA - JET MASTIC 608																								
CRITERIO DE ACEPTACIÓN: NORMA SSPC PA2 - 2004																								
EQUIPO DE INSPECCIÓN: PORTÁTILO 8500-FIN-DMA-118-03																								
COMPONENTE: VIGA TRANSVERSAL DE HERRAJE DOLVEDERO																								
ITEM	CORREO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)																					
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10												
1	VT/PAV/NO	NO/AÚCA (CONCRETO)	1	7.8	8	7.7	7.8	7.6	8	8.8	7.6	8.2	6	10.3	8.2	5.9	7	8.2	8.1	8.2	7.1			
			2	7.5	8.2	8	7.9	8.1	7.8	8.3	8.1	7.7	7.4	7.9	7.7	8.0	7.8	8.1	8.8	7.6	7.6			
			3	7.9	7.1	7.8	7.6	7.5	8.4	8.1	8.1	7.2	7	7.6	7.2	7.8	8	7.9	7.9	7	7.5	7.7		
			4	8.1	8	7.7	7.8	8	8.6	7.9	8.2	7.9	8.5	8.2	8.2	7.6	8.9	7.2	7.2	7.9	8.4	8.1	8.1	7.8
			5	7.8	8	7.8	7.9	8.3	7.9	8.1	8.1	8	8.2	8.1	8.3	8	7.9	7.8	7.6	8.1	8.3	7.6	8.1	8
			6	8.2	8.6	8.2	8.4	7.7	7.9	8	7.5	8.2	7.7	7.9	8.2	8	7.1	8.0	8.3	8.6	8.2	8.4	7.4	7.4
			7	8.7	7	8.9	8.9	7.3	8	8.1	7.8	8.4	8.1	8.6	8.4	8.9	8.6	7	8.8	8.4	8.5	8.1	8.7	7.3
			8	8	8.2	8.7	7	7.2	7.1	7	7.1	8.3	8.7	8.4	8.5	6	8.1	8.1	8.1	8.2	8.4	8.5	7	7.2
			9	7.4	7.8	7.7	7.6	7.9	7.4	7.5	7.5	8	8.1	8.2	8.2	8.5	7.4	3	8.8	8.3	8.3	8.8	7	7
			10	7.8	8	7.8	7.9	7.8	8.3	7.2	7.2	7	8	8.2	7.7	8.1	7.9	7.9	8	8.1	8	8.1	8.1	7.6
			10b	7.8	7.7	8.9	7.5	8.9	7.3	7.6	7.3	7.4	7	7.2	7.2	7.8	7.9	7.9	7.8	7.9	8.2	8.2	8.1	7.6
			11	8	8.2	7.2	7.8	7.7	8.3	7	7.7	8.9	7.8	8.1	7.8	7.9	7.6	7.7	7.7	8.4	8.3	8.1	8.3	7.8
12	8.2	8	8.1	8.1	8	7.6	7.5	7.8	7.5	8	7.8	8.0	8.9	8.8	8.8	8.2	8.4	8.3	8.3	7.8	7.8			



Geo TEST V S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

[Signature]



FORMATO

MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS

DIR: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMARCADO (DESPUES DE SU REHABILITACION - REDON JUNIO 2025)

TECNISTAS: CHAVICA, TULEIDA WAWO GRIET
VARGAS RAMOS JUAN CAULLOS

PISTERA: REGALADA OJEDA - JET ZRACI BQ.

CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA SSPC PA2 - 2004

EQUIPO DE INSPECCION: POSIDECTOR 6005-PMS 6058-416 03

COMPONENTE: VIGA TRIANGULARSALAS-MAJEN- COLLEIRO

FECHA: Octubre - 2025
PAGINA: 7

REFERENCIA: ET-PT-152-03-REV.1
2.3 mm.
2.0 mm.
1.30 x 0.03M

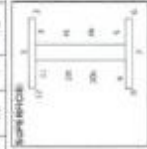
ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.											
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12												
1	VT/PT/12	NO ALIAGA (CONCRETO)	1	2.5	2.6	2.3	2.5	2.7	2.5	3	2.4	2.7	2.4	2.4	2.5	2.3	2.5	2.6	2.5	2.2	2.3	2.4	2.3	2.5		
			2	2.1	2.2	2.0	2	2.1	2.2	2.3	2.2	2.0	2.0	2.2	2.5	2.1	2.2	2.0	2.0	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2	
			3	3.3	3	3.2	3.3	3.3	3.4	3.3	3.2	3.2	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	
			4	3.2	3.3	3.1	3.2	3.4	3.4	3.3	3.4	3	3	3	3	3	3.2	3	3.1	3.1	3.2	3	3.2	3.2	3.2	
			5	3.1	3	3	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1	2.8	2.9	3	2.8	2.9	3	2.9	2.9
			6	2.7	2.8	2.2	2.6	2.6	2.5	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.8	2.7	2.5	2.5	2.6	2.4	2.5	2.5	2.6
			7	2.8	3	2.9	2.8	3	3.1	3.2	2.9	2.8	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
			8	2.8	2.7	3	3.4	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
			9	3.2	3.3	2.8	3.1	3.4	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
			10	3.2	3.1	3	3.1	3.4	3.2	3.2	3.3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	3.1
			11	3	2.8	2.9	2.9	3.4	3.2	3.2	3.3	3	2.9	2.9	2.9	3.1	3	3.2	3.1	2.8	2.9	2.7	2.8	3	3	3
			12	2.7	2.4	2	2.4	2.6	2.7	2.6	2.6	2.7	2.3	2.3	2.4	2.6	2.4	2.6	2.4	2.6	2.5	2.5	2.3	2.1	2.3	2.5



GEO TEST V S.A.C.
LABORATORIO DE CONTROL DE MATERIALES
[Signature]
ING. TAYDIEY VILLA SULCARAY
C.R.P. 20124
CALLE 100 # 10000-10000



FORMATO													FECHA:	Octubre - 2020														
MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS													PAGINA:	6														
OBRA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMPLEJO (DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020)																												
TESTEAS CHANGA TELERA MARICOTE VASORIS RAMOS JAVIER ORTIZ																												
PINTURA BOLDUKA CAJANA - JET MASTIC 888																												
CRITERIO DE ACEPTACION NORMA SPC/P23 - 2024																												
EQUIPO DE INSPECCION POSITIVO 6000 PLUS-1008419-03																												
COMPONENTE VIGA TRANSVERSAL US MARICOTEQUEJO																												
REFERENCIA ST-PT-102-03-REV.1 0-0 195 7.6 195 1.36 x 3.00m																												
ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	SECCION 1	PROM. 1	SECCION 2	PROM. 2	SECCION 3	PROM. 3	SECCION 4	PROM. 4	SECCION 5	PROM. 5	P.P.	P.Y.	CALIF.													
E	VITR-PT105	Superficie	1	7.4	7.8	8.1	7.8	7.2	7	6.9	7	7.1	6.5	6.8	6.8	8	7.7	6.9	7.6	8.3	8.0	7.8	8.2	7.5				
			2	7.1	8.1	7.6	7.8	8	8.3	7.9	7.9	7.9	8.6	8.4	8.5	8.2	7.9	8	8	8.7	8.6	8.2	8.6	8.2	8.2	8.4		
			3	8.4	8	9.3	8.6	8.6	8.9	8.8	8	8.2	8.5	8.2	8.0	8.1	8	8.9	7.8	7.4	7.6	7.6	7.6	8.4	8.1	8	6.1	
			4	7.6	7.4	7.7	7.6	7.6	8.3	8.7	8.3	8.1	8.7	7.9	8.6	8.2	8	7.9	8	7.8	8	8.1	8	8.1	8	8	6.1	
			5	8.4	9.3	8	8.9	8.7	8.4	7.9	8.3	8.1	8	8.8	8.6	8.3	8.3	8.5	7.7	8.0	8.3	8.2	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
			6	8.6	8.1	8.3	8.7	7.4	8.9	7	7.1	6.9	7	8.2	8	7.8	8	7.2	7.5	7.2	7.3	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
			7	7.1	6.5	6.5	6.7	7.6	7.1	7.9	7.5	7.9	7.2	6.8	7.3	6.8	6.8	6.9	6.8	6.5	6.5	6.4	7	7	7	7	7	7
			8	6	6.7	8.2	6.2	8.7	7.9	8.4	8.2	8.2	8.5	8	8.2	8	6.4	6.1	8.2	7.4	7.9	7.6	7.8	7.8	7.8	7.8	7.3	7.3
			9	7.2	7.7	6.9	7.3	8	7.4	8.3	8.1	8	8.4	8.3	8.6	7.3	7.2	7.6	7.3	6.8	6.7	6.8	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9
			10	7.1	7.9	7.9	7.6	7.8	7.3	8.2	7.8	7.8	7.6	7.3	7.6	7.4	7.7	7.2	7.4	6.8	6.3	6.7	6.5	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
			10b	7.2	7.8	7.7	7.8	8.2	8.1	8.9	8.3	8.6	8.2	8.6	8.4	8.9	7.3	7.5	7.2	8.1	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9
			11	8.7	8.4	8.8	8.6	8.7	8.4	8.3	8.3	8.9	8.8	8.2	8.6	8.2	8	8.3	8	8.2	7.8	7.7	7.9	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
12	6.8	8.3	8.2	7.1	8.2	8	8.1	8.1	8.1	8.4	8.7	6.4	6.7	6.4	6.5	6.2	6	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2			



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
 INGENIERO CIVIL Y VULGARAR
 C.R. N° 24702
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

GEO TEST V S.A.C.



FORMATO																											
MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS										FECHA:	2018																
										PÁGINA:	10																
OBRA	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUESTO COMARCERO (DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2018)																										
TIPO DE OBRA	CHANGA "BARRA MARICORE" VARIAS BARRAS JUNIN CIUDAD																										
REFERENCIA	ET-PI-182 (03-REV 1)																										
CRITERIO DE ACEPTACION	NORMA SANC - 2004																										
EQUIPO DE INSPECCION	EQUIPO NORMAL																										
COMPONENTE	VIGA TRANSVERSAL-BAJON SOLUPEO																										
	DIMENSIONES																										
	SEÑAL (en mm)																										
ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	PROM. S	P.P.	P.Y.	CALIF.														
1	VITRINIS	1	7.8	7.4	7.1	7.0	7.0	6.9	6.7	7.2	7.4	7.1	7.8	7.7	7.8	8.4	7.5	7.3	8.9	7.6	7.2	7.5					
		2	8.3	8.5	9	8.6	7.9	8	7.8	7.4	7.7	7.8	8.7	8.4	7.9	7.7	8.2	8.6	7.8	8.2	8.3	8					
		3	7.4	7	7.3	7.2	6.9	7	7.2	7	6.8	6.9	7.7	7.8	8.2	8	7.6	7.8	7.9	6.7	7.1	7.4					
		4	7.4	8.1	7.3	7.6	7.7	8.6	7.9	8.1	7.6	7.8	7.6	7.7	8.7	8.1	7.8	8.2	7.2	6.5	6.9	6.9	7.7				
		5	8.1	7.7	7.9	7.9	6.8	7.3	7	8.2	6.6	6.6	8.2	8.1	8	8.6	8.2	7.5	8.6	7.8	8						
		6	7.2	7.4	6.9	7.2	6.5	6.9	6	6.2	6.1	6.4	6.2	7	8.1	9	8.4	6.8	7.3	7.6	7.2	7.2					
		7	6.9	7	7.1	7	6.3	6.4	6.7	6.6	6.2	6.1	6.5	6.3	6	6.8	6.9	6.9	8	7.3	7.6	7.2	7.2				
		8	7.9	7.0	7.3	7.6	7.7	8	7.5	7.7	8	7.2	7.5	7.7	7.5	9.2	8.9	8.9	9	7	6.3	7.2	7	7.8			
		9	7.8	8	7.6	7.8	6.8	6.8	6.7	6.7	7.1	7.8	7.5	7.5	8.5	7.9	8.3	8.4	7.1	7.7	7.4	7.4	7				
		10	7.5	8.1	7.9	7.8	8.7	6.8	7.9	7.6	7.9	7.7	7.6	7.8	8.8	8.3	9	8.1	7.4	7.8	7.2	7.5	8.1				
		10B	8.1	7.6	7.8	7.6	6.6	7.2	7.1	7	7.1	7.8	7.3	7.4	7.8	8.1	8.9	8.6	7.5	8	7.9	7.6	7.7				
		11	8.2	7.7	7.9	7.9	8.7	10	9.9	9.6	8.6	9.1	8.5	8.7	6.7	9	6.3	7.5	7.2	7.4	8	7.3	6.8				
12	7.6	7.4	7.1	7.4	7.9	6.5	8.2	8.2	6	9.2	8.4	7.9	9.1	8.2	9	8.1	8	6.2	7.9	8	7.8						



GEO TEST V S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA
 ING. FRANCISCO VELAZQUEZ SULLCAY
 C.O.P.E. 20012
 JEFE DE LABORATORIO



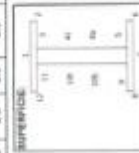
FORMATO												FECHA:	PÁGINA:											
OSHA										EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMARCADO (DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020)		Octubre - 2020	11											
TUBISTAS										CHUNKA TEJEDA INVERTIDOR														
PINTURA										VARIAS INYECTAS JUAN CARLOS														
CRITERIO DE ACEPTACIÓN										REFERENCIA		EST-PT-152-03-REV.1												
EQUIPO DE INSPECCIÓN										NORMA		2-3 mm												
COMPONENTE										SUPERIOR NOMINAL		2.7 mm												
										DIMENSIONES		1.30 x 0.10m												
P.M.	CÓDIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (mm)												CALC.									
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12		P.P.	P.Y.							
1	VTH-PT111		1	37	38	36	37	39	28	29	31	28	29	32	38	36	35	30	27	28	28	27		
			2	33	32	33	33	31	3	33	31	32	33	31	32	33	33	33	3	32	31	31	32	
			3	34	31	32	32	31	32	33	32	33	31	34	33	33	33	3	32	31	32	33	3	32
			4	32	32	33	33	33	31	3	31	33	32	31	32	32	34	31	32	3	32	31	31	32
			5	32	31	33	32	3	31	32	31	3	33	27	29	31	29	28	3	28	28	3	3	3
			6	27	26	28	27	25	26	27	26	28	25	26	25	24	27	25	23	25	25	24	24	20
			7	29	27	29	28	29	27	26	27	26	28	25	24	25	29	26	3	28	27	28	23	27
			8	32	30	30	30	33	24	37	24	26	24	24	24	24	24	24	24	25	26	24	24	21
			9	32	31	3	31	33	3	31	31	3	28	32	3	31	32	3	31	31	28	3	3	3
			10	34	33	32	33	34	33	32	33	31	31	32	32	33	3	31	31	31	32	3	31	32
			11	3	28	31	3	3	31	32	31	3	31	3	31	3	31	3	3	31	3	31	3	3
			12	27	28	24	26	27	23	24	25	24	23	27	25	27	24	26	26	23	23	26	20	24



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 INGENIERO CIVIL VICTOR CARAY
 JUNÍN, PERÚ
 JEFE DE LABORATORIO



FORMATO																									
MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS										FECHA:	PÁGINA:														
OBJETO: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMARCADO (DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020)										Octubre - 2020	11														
OBJETIVO: CHEQUEO TÉCNICO INVIERTO VARIABLES: VARIAS VIGAS JUAN CAJALOS																									
MATERIAL: PINTURA: BEQUINA CAPA - JET MASTER 600																									
CRITERIO DE ACEPTACIÓN: NORMA: SSPC PAZ - 2004																									
EQUIPO DE INSPECCIÓN: FORTLECCION 8000-FMG-0084-415-03																									
COMPONENTE: VIGA: TERNAS/VIÑAS/LES/MARIN/2 CUERPO																									
REFERENCIA: EST-PT-150-03-REV.1																									
ESPESOR NOMINAL: 2-3 mm																									
ESPESOR REAL: 2.7 mm																									
DIMENSIONES: 1.30 x 0.10m																									
PUNTO	CÓDIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (mm)										CALC.												
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 5	P.P.		P.Y.											
1	VTH/PT33	SUPERFICIE	VIGAS (CONCRETO)										AC												
			1	3.7	3.8	3.6	3.7	2.9	2.8	2.9	3.1	2.8		2.9	3.2	3.6	3.6	3.5	3.0	2.7	2.9	3.4	2.7		
			2	3.5	3.2	3.3	3.3	3.1	3	3.3	3.1	3.2		3.5	3.1	3.2	3.3	3.3	3.3	3	2.2	3.1	3.1	3.2	
			3	3.4	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.3	3.1	3.4		3.3	3.3	3.5	3	3.2	3.1	3.2	3.5	3	3.1	3.1	3.2
			4	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3	3.1	3	3.1	3.3		3.2	3.1	3.2	3.4	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3.4	3.2	
			5	3.2	3.1	3.2	3.2	3	3.1	3.2	3.1	3		3.3	2.7	2.9	3.1	2.9	2.8	3	2.8	2.8	3	3.2	3
			6	2.7	2.6	2.8	2.7	2.5	2.6	2.7	2.6	2.8		2.8	2.5	2.6	2.5	2.4	2.7	2.5	2.5	2.5	2.4	3.4	2.6
			7	2.9	2.7	2.9	2.8	2.9	2.7	2.6	2.7	2.8		2.8	2.5	2.4	2.6	2.9	2.6	3	2.8	2.7	2.8	2.4	2.7
			8	3.2	3.6	3.6	3.4	3.3	3.4	3.7	3.4	3.7		3.3	3.4	3.6	3.4	3.5	3.4	3.5	3.6	3.4	3.1	3.1	2.5
			9	3.2	3.1	3	3.1	3.3	3	3.1	3.1	3		2.9	3.2	3	3.1	3.2	3	3.1	3.1	2.8	3	3	3
			10	3.4	3.3	3.2	3.3	3.4	3.3	3.2	3.3	3.1		3.3	3.2	3.3	3	3.1	3.1	3.2	3.2	3.1	3	3.1	3.2
			11	3	2.8	3.1	3	3	3.1	3.2	3.1	3		3.1	3	3.1	3	3.1	3	3	3.1	3	3.1	3	3
			12	2.7	2.6	2.4	2.6	2.7	2.3	2.4	2.5	2.4		2.3	2.7	2.5	2.7	2.4	2.6	2.5	2.5	2.5	2.6	2.0	2.4





FORMATO	
CODIGO:	E37-DC-01-001
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2000
PAGINA:	18

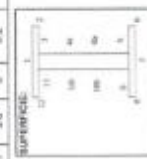
MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS

EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMPLETO (DESPUES DE SU REHABILITACION) (RESOL. JARRA 2003)

OBRA: OBRA TERCERA MARICORI
 VANDAS RAMIRO JARA CARLOS
 PINTURA: SERRAJO GARA - JET MAS 70 605
 CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA SPC/PAZ - 2004
 EQUIPO DE INSPECCION: PORTAFON 6000-FHE-0069-416-03
 COMPONENTE: VIGA TRANSVERSAL DE MARSEN 1021 BR00

REFERENCIA: E3-01-152-03-REV.1
 ESPESOR NOMINAL: 0-8 mm
 ESPESOR REAL: 7.3 mm
 DIMENSIONES: 1.30 x 9.00m

ITEM	CODIGO	ESPESOR (en mm)												CALC.														
		SUPERFICIE		SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10		SECCION 11	SECCION 12	P.P.	P.Y.										
1	VIGAS	1	7.2	7.8	6.5	7.2	7.2	7	7.9	8.4	8.1	8.1	8.1	8.3	8.5	8.3	7.8	7.8	7.5	7.7	7.7							
		2	7.2	7.9	7.2	7.4	7.9	8.1	7.7	7.9	8.2	8.5	8.7	8.5	8.7	7.9	8.3	8.3	8.1	8.2	8	8.1	8					
		3	8.2	8.5	8.2	8.5	7.1	7	6.9	7	8.2	8.1	8.6	8.2	9	8.9	9.1	7.1	7	6.9	7	8	7	8				
		4b	8.5	7.8	8.4	8.2	8	7.3	7.7	7.7	7.9	8.3	8.5	8.2	8.1	8.9	8.3	8.1	8.2	8.6	7.9	8.2	8.3	8.3	8.3			
		5	7.8	7.8	7.6	7.8	8.1	7.8	7.9	7.9	8.6	8.5	9.7	9.6	8	8.3	8.1	8.1	7.2	7.2	7.7	7.4	8.4	8.4	8.4			
		6	8.2	8.4	8.4	7.3	8.9	7.5	7.4	7.5	8	8.1	8.5	8.1	8.2	8	8.9	8.7	8.1	8.2	8.5	8.3	8	8	8			
		7	6.4	8.9	8.8	7.4	7	7.4	7.3	7.2	7.1	6.8	7.4	7.1	7.1	7.2	6.9	7.1	7.1	6.9	7.3	7.1	7.2	7.2	7.2			
		8	6.8	7.0	8.3	7.7	7.9	7.6	7.8	7.7	7.9	7.7	7.9	7.8	8.9	8.4	8.7	8.3	8.3	8.1	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2		
		9	7.8	9.8	7.6	8.4	7.9	7.7	7.8	7.8	7.9	8.4	8.7	8.2	8.9	8.2	8.5	8.6	8.9	7.9	7.2	7.2	8.2	8.2	8.2	8.2		
		10b	8.2	7.6	8.2	8	7.1	6.9	7	7	6.7	6.9	6.9	7.2	6.8	7.3	7.1	8.9	8	8.0	8.0	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3		
		11	8.5	8	8.4	8.8	8.8	8.8	7.7	7.4	7.8	8.6	8.7	8.5	8.4	8.2	7.9	8.3	8.1	8.2	8.7	8.6	8.8	8.3	8.3	8.3		
		12	7	8.8	7	7.9	7.7	7.4	7.5	7.5	6.7	7.4	7.3	7.1	7.2	8.2	7.5	7.6	8.1	8.6	8	8.2	7.7	7.5	7.5	7.5		



GEO TEST V S.A.C. LABORATORIO
 ING. FERRER VILLALBA SUICRAY
 JUNIO 16 2010
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.



FORMATO	
CODIGO	K-37-02-01-004
VERSION	1
FECHA	Octubre - 2020
PAGINA	17

MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS

OBRA: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMPLEJO (DESPUES DE SU REPARACION), REGION JUNIN 2020
 TUBISTAS: CHIRCA TRUJEDA MARICORE
 VANDOS NARCISO JARA CARLOS
 PINTURA: PRIMER CAPA - JET ZINC 1680
 CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA ISO 1182 - 2004
 EQUIPO DE INSPECCION: POSITIVO 6000-FHS 0064-415-03
 COMPONENTE: VIGA TRANSVERSAL AISLADA EN EL CENTRO

REPUBLICA
 ESPESOR NOMINAL
 ESPESOR REAL
 DIMENSIONES
 01-PT-105-03-REV.1
 2-3 mm
 2.7 mm
 1.36 x 9.00m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.										
			SECCION 1	PROM. 1	SECCION 2	PROM. 2	SECCION 3	PROM. 3	SECCION 4	PROM. 4	SECCION 5	PROM. 5	P.P.	P.Y.											
1	VIGAS	SUPERFICIE	1	2.5	2.8	2.7	2.4	2.7	2.9	2.7	2.7	2.6	2.7	2.7	2.4	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	2.4	2.6	2.6		
			2	3.5	3.1	3	3.2	3.2	3.4	3.2	3.3	3	3.3	2.9	3.1	2.9	3.2	3.2	2.8	2.5	3.2	3.3	3.2	3.1	
			3	3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.4	3.3	3.3	3	3.1	3.1	3.1	3.2	3.3	3	3.2	3.1	3.2	3.2	3.2	
			4a	2.9	3.1	2.9	3	3.1	3	3.3	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2	3.3	3.2	3	3.2	3.3	3.2	3.1	
			5	3	3	3	3	3.1	3.2	3.1	3	3.1	3.2	3.1	3.1	3	3	3.1	3.4	3.2	3.1	3.2	3	3.1	3.1
			6	2.9	2.9	2.8	2.8	2.9	2.8	2.4	2.4	2.4	2.5	2.4	2.6	2.8	2.5	2.5	2.7	2.8	2.6	2.7	2.8	2.7	2.7
			7	1.6	2.8	2.6	2.7	3.4	2.7	2.6	2.6	2.6	2.7	2.8	2.7	2.7	2.8	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.7
			8	2.4	2.3	2.7	2.5	2.6	2.6	2.7	2.7	2.9	2.6	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.7	2.7	2.6	2.4	2.8	2.8	2.7
			9	3.3	3.1	2.9	3.1	3	2.9	2.8	2.9	2.6	2.7	2.6	2.8	2.7	2.9	2.6	2.7	2.6	2.6	2.6	3	2.8	2.8
			10	3.1	3.4	3.2	3.2	3.3	3.1	2.9	3.1	3.2	2.9	3.3	3.1	3.1	3.2	3.2	3	3.1	3.2	3.3	3.1	3.2	3.2
			10a	3.4	3.2	3.5	3.3	3.1	3	3	3.3	3.1	3	3.1	3.3	3.1	3.2	3.3	3.2	3.2	3.3	3.2	3	3.2	3.2
			11	3.2	3.1	3.1	3.1	3	2.9	3.2	3	3	2.9	3.2	3	3	2.9	3.2	3	3.1	3	3.1	3.3	3	3.1
12	2.5	2.6	2.7	2.6	2.4	2.5	2.5	2.5	2.4	2.7	2.6	2.8	2.5	2.5	2.6	2.7	2.8	2.7	2.8	2.4	2.6	2.6			



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 AV. PAN DE AZÚCAR 1001
 JCP. DE SUCRE
 JCP. DE SUCRE
 JCP. DE SUCRE



FORMATO	
CODIGO:	F-SEC-01-601
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2020
PAGINAL:	16

OPERA EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMPLEJO (DESPUES DE SU REABILITACION REGION JUNIN 2020)

TECNICAS OPIKA TELERA (MAYORIT)
VARAS RAMOS/JUAN CARLOS

PINTURA SOLIMON GARA - JET MASTIC 800

CRITERIO DE ACEPTACION NORMA SSEC PRO - 2024

EQUIPO DE INSPECCION INSPECTOR RICO HIRACOLA 416-03

COMPONENTE VIGA TRANSVERSAL-MARZEN-DOJERTO

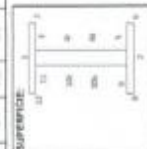
REFERENCIA ET-PI-102-03-REV. 1

ESPESOR NOMINAL : 6.3 mm

ESPESOR REAL : 7.7 mm

DIMENSIONES : 1.26 x 0.0m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (mm)												P.P.	P.Y.	CALIF.										
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12													
1		VERTICAL	1	7.4	8	7.6	7.7	7.5	8.2	7.6	7.9	8.4	8.2	8.1	8.2	8	8.2	8.1	8.1	7.6	7.2	7	7.3	7			
			2	8.1	7.6	7.4	7.8	7.8	8.2	9	8.3	7.9	8.2	7.8	8	7.2	7.9	7.4	7.5	8.9	7.4	7.1	7.1	7.1	7.6	7.6	
			3	8.2	8	7.6	8	8.3	7.8	8.6	8.3	7	7.2	7.1	7.1	8.5	8	8.2	8.2	7	8.1	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
			4	7.8	7.9	8.1	7.9	7.8	8.4	8.8	8.4	8.7	8.3	8.2	8.7	8	8.2	7.8	8	7.3	7.9	8	7.7	8.1	8.1	8.1	8.1
			5	8.2	8.3	7.9	8.1	7.9	8.3	8.1	8.1	7.8	8.3	8.2	8.1	8	7.6	7.1	7.6	8.1	8.3	7.9	7.4	8	8	8	8
			6	8.7	8.8	8.4	8.5	7.6	8.1	8.3	8	8.1	7.6	7	7.8	8.3	8.4	7	8.5	8.2	8.1	7.9	8.7	7.6	7.6	7.6	7.6
			7	8.9	7.2	7.1	7.3	7.2	8.2	7.8	7.7	8.3	8.7	8	8.3	7.3	8.9	7.2	7.1	8.6	8	8.7	8.4	7.4	7.4	7.4	7.4
			8	7.2	7.8	8	7.7	8.8	7.2	7.1	7.1	6.6	8.1	8.4	8.4	8.2	8.4	8.1	8.2	8.9	8.3	10.1	8.4	7.4	7.4	7.4	7.4
			9	8.1	7.8	8.2	8.1	7	7.4	7.7	7.4	8.9	8.2	9	8.1	7.1	7.2	8.1	7.5	8.7	8.5	8.1	8.5	8.1	8.1	8.1	8.1
			10	7.8	7.7	7.8	7.6	8.4	8.9	7	8.6	7.8	7.9	8.1	7.8	8.2	8	7.9	8.2	7.8	7.8	8.2	7.8	7.7	7.7	7.7	7.7
			11	7.4	8.9	7	7.1	7.5	7.9	7.1	7.5	7	7.4	8.9	7.1	7.5	8.9	7	7.2	8.8	8.1	8.3	8.4	7.5	7.5	7.5	7.5
			12	7.7	8.1	8.4	8.1	7.2	7.1	7.6	7.2	7.4	8.8	8.2	7.8	8	7.9	7.8	7.8	8.7	8.9	8	8.9	7.9	7.9	7.9	7.9
			13	8.5	8	7.8	8.1	7.4	8.1	7.8	7.8	8.3	8.4	8	8.3	8.8	7	7.1	7	9.2	8.1	8.2	8.2	8	8	8	8



Geo Test V S.A.C.

 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY
 CIP 11 241312
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

GEO TEST V S.A.C.



FORMATO	
CODIGO	F-27-02-01-001
VERSION	1
FECHA	Octubre - 2020
PAGINA	22

MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS

EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMPLETO (DESPUES DE SU REHABILITACION REGION JUNIN 2020)

OBRA: OBRA TEJEDA MAYORES

VARAS PALMOS AMAN CAJALOS

SERIE: CUPA - JET MASTIC 600

NORMA: SPEC PAZ - 2004

PROYECTO: 6000-PIN-004-19-03

VIGA TRANSVERSAL-ANILLEN DQUESTO

REFERENCIA: E1-P1-103-02-001/1

ESPESOR NOMINAL: 0.8 mm

ESPESOR REAL: 7.5 mm

DESVIACION: -1.36 a 9.00%

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.													
			SECCION 1	PROM. 1	SECCION 2	PROM. 2	SECCION 3	PROM. 3	SECCION 4	PROM. 4	SECCION 5	PROM. 5	P.P.	P.Y.														
1	VIGAS	SUPERFICIE	1	8.1	7.9	7.8	7.9	7.8	6.9	0.1	7.6	6.2	7	7.2	6.8	6.0	6.9	7.1	6.9	7.2	7.5	7.8	7.5	7.3	AC			
			2	8.2	8.9	8.5	8.7	7.6	7.8	8.1	9.2	8.1	8.5	8.6	7.9	7.8	8	7.9	7.8	0.7	7.6	0.7	7.6	0.7		8.1	8.1	
			3	7.9	7.2	7.5	7.5	6.9	6.5	6.4	6.5	6.2	6.1	6	6.1	6.1	6.1	6.1	6.0	6.4	7.0	6.1	6	6		6	6	
			4	7.7	8.4	7.8	8	7.1	6.9	7	6.9	8.4	6	6.1	7.0	8	6.3	8	7.8	7.9	8	7.8	7.9	8		7.8	7.8	7.8
			5	7.9	8	8.3	8	6.2	6.4	6.1	6.2	6	7.5	8.1	8	7.9	8	7.9	8	7.9	8	7.9	8	8		7.9	8	8
			6	7.9	6.8	6.8	7.2	7.8	8	8.8	8.5	6.9	6.2	6.0	6.6	7.7	7.6	7.8	7.7	7.2	6.1	6.4	7.9	7.8		7.8	7.8	7.8
			7	8.2	8.4	6.1	6.2	6.3	6.5	7	6.6	7.1	6.9	7.4	7.1	8	7.7	7.4	7.7	6.2	6.1	6.1	6.3	6.6		6.6	6.6	6.6
			8	6.8	7.2	7.1	7	7.1	6.5	6.3	6.6	6.9	7.2	6.0	7	7.1	7	7.2	7.1	6.4	6.2	6.2	6.3	6.8		6.8	6.8	6.8
			9	6.6	6.8	7	6.8	7	7.4	7.1	7.2	7.9	8.2	8.3	8.1	8.9	7.8	8	6.9	7.1	7.8	7.5	7.5	7.4		7.4	7.4	7.4
			10	7.4	7.5	6.8	7.2	7.6	7.9	7	7.6	7.4	8.1	7.7	8	7.9	8.3	8.1	7.6	7.7	7.6	7.7	7.6	7.6		7.6	7.6	7.6
			100	6.9	8	7.9	7.6	7.4	7	7.2	8.3	8.8	8	8.4	7.9	8.2	8.4	8.2	7.1	7.8	7.3	7.4	7.4	7.7		7.7	7.7	7.7
			11	7.8	7.9	8	7.9	6.4	6.6	6.1	6.4	7.6	6.2	6	6.6	7.0	6.1	6.3	6.3	6.2	6.9	6.2	6.4	6.4		6.4	6.4	6.4
12	8.3	8.2	6	6.2	6.6	7.4	6.7	6.9	6.2	6.5	6	6.2	6	6.1	6.3	6.1	6	6.2	6.4	6.2	6.3	6.3	6.3	6.3				



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA
 ING. FREDY VILCAY SUZCARRAY
 CIP 10 247012
 ACRE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.

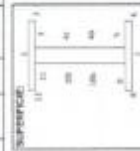


FORMATO	
OBRA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUNTE COMPLETO / PUENTES DE SU DISTRIBUCIÓN, REGIÓN ZARZA 2020 DIRIGENTE CHINCA TEBEDA MARY ORT VARGAS RAMOS JUAN CARLOS PROYECTO SEGURIDAD VIAL - JET 2041 180 CRITERIO DE ADOPTACIÓN NORMA SSPC PA2 - 2004 EQUIPO DE INSPECCIÓN POSICION 560 FINE 0669 416-03 COMPONENTE VIGA TRANSVERSAL DE ALACRÉN CUADRADO	CÓDIGO: F-27-00-01-82H VERSIÓN: 1 FECHA: Octubre - 2020 PÁGINA: 23

MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS

RESIDENCIA: ET-PT-182-03-REV.1
 ESPESOR NOMINAL: 2.3 mm
 ESPESOR REAL: 2.3 mm
 DIMENSIONES: 1.20 X 0.33m

ITEM	CÓDIGO	ESPESOR (en mm)												CALIF.											
		SUPERFICIE		PROM. 1		SECCION 2		PROM. 2		SECCION 3		PROM. 3			SECCION 4		PROM. 4		SECCION 5		PROM. 5				
1	VTRPTIS	1	2.7	2.8	3	2.9	3	2.9	3	3.2	2.8	3	2.8	2.9	3	2.9	2.8	3	2.8	2.8	3.1	2.9	3		
		2	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3	3.1	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	
		3	3.4	3.3	3.1	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
		4	3.2	3.2	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
		5	3.1	3.1	3	3.1	3.1	3.1	3	3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
		6	2.8	2.8	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
		7	2.7	2.8	2.6	2.7	2.8	2.8	2.7	2.8	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9
		8	2.7	2.8	3.1	2.9	2.9	2.8	2.9	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	2.8
		9	3.1	3.2	3	3	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2
		10	3.1	3.1	3.2	3.3	3.3	3.2	3.1	3.2	3.3	3.3	3.3	3.4	3.2	3.2	3.3	3.2	3.3	3.2	3.3	3.2	3.3	3.2	3.2
		11	3.2	3.1	3.2	3.2	3	3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1
		12	2.7	2.8	3	2.8	2.9	3.2	3.1	3.1	3.1	2.9	3	3	3.1	2.9	3.2	3.1	2.9	3.1	2.9	3.1	3.2	3.1	3



GEO TEST V S.A.C. LABORATORIO
 CALIDAD Y CANTIDAD EN EL CONTROL DE MATERIALES
 TECNOLÓGIA DE OBJETIVO
 Ing. MSc. JERRY VILTE SULLARAY
 CP. 17 247012
 JETP DE LABORATORIO



FORMATO	
CODIGO:	F-27.00.01.001
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2020
PAGINA:	25

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
			1	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3	3.5	3.7	3.9	4.1	4.3	4.5	4.7	4.9	5.1	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9	7.1	7.3	7.5	7.7	7.9	8.1	8.3	8.5	8.7	8.9	9.1	9.3	9.5	9.7	9.9	10.1	10.3	10.5	10.7	10.9	11.1	11.3	11.5	11.7	11.9	12.1	12.3	12.5	12.7	12.9	13.1	13.3	13.5	13.7	13.9	14.1	14.3	14.5	14.7	14.9	15.1	15.3	15.5	15.7	15.9	16.1	16.3	16.5	16.7	16.9	17.1	17.3	17.5	17.7	17.9	18.1	18.3	18.5	18.7	18.9	19.1	19.3	19.5	19.7	19.9	20.1	20.3	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3	21.5	21.7	21.9	22.1	22.3	22.5	22.7	22.9	23.1	23.3	23.5	23.7	23.9	24.1	24.3	24.5	24.7	24.9	25.1	25.3	25.5	25.7	25.9	26.1	26.3	26.5	26.7	26.9	27.1	27.3	27.5	27.7	27.9	28.1	28.3	28.5	28.7	28.9	29.1	29.3	29.5	29.7	29.9	30.1	30.3	30.5	30.7	30.9	31.1	31.3	31.5	31.7	31.9	32.1	32.3	32.5	32.7	32.9	33.1	33.3	33.5	33.7	33.9	34.1	34.3	34.5	34.7	34.9	35.1	35.3	35.5	35.7	35.9	36.1	36.3	36.5	36.7	36.9	37.1	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3	38.5	38.7	38.9	39.1	39.3	39.5	39.7	39.9	40.1	40.3	40.5	40.7	40.9	41.1	41.3	41.5	41.7	41.9	42.1	42.3	42.5	42.7	42.9	43.1	43.3	43.5	43.7	43.9	44.1	44.3	44.5	44.7	44.9	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1	46.3	46.5	46.7	46.9	47.1	47.3	47.5	47.7	47.9	48.1	48.3	48.5	48.7	48.9	49.1	49.3	49.5	49.7	49.9	50.1	50.3	50.5	50.7	50.9	51.1	51.3	51.5	51.7	51.9	52.1	52.3	52.5	52.7	52.9	53.1	53.3	53.5	53.7	53.9	54.1	54.3	54.5	54.7	54.9	55.1	55.3	55.5	55.7	55.9	56.1	56.3	56.5	56.7	56.9	57.1	57.3	57.5	57.7	57.9	58.1	58.3	58.5	58.7	58.9	59.1	59.3	59.5	59.7	59.9	60.1	60.3	60.5	60.7	60.9	61.1	61.3	61.5	61.7	61.9	62.1	62.3	62.5	62.7	62.9	63.1	63.3	63.5	63.7	63.9	64.1	64.3	64.5	64.7	64.9	65.1	65.3	65.5	65.7	65.9	66.1	66.3	66.5	66.7	66.9	67.1	67.3	67.5	67.7	67.9	68.1	68.3	68.5	68.7	68.9	69.1	69.3	69.5	69.7	69.9	70.1	70.3	70.5	70.7	70.9	71.1	71.3	71.5	71.7	71.9	72.1	72.3	72.5	72.7	72.9	73.1	73.3	73.5	73.7	73.9	74.1	74.3	74.5	74.7	74.9	75.1	75.3	75.5	75.7	75.9	76.1	76.3	76.5	76.7	76.9	77.1	77.3	77.5	77.7	77.9	78.1	78.3	78.5	78.7	78.9	79.1	79.3	79.5	79.7	79.9	80.1	80.3	80.5	80.7	80.9	81.1	81.3	81.5	81.7	81.9	82.1	82.3	82.5	82.7	82.9	83.1	83.3	83.5	83.7	83.9	84.1	84.3	84.5	84.7	84.9	85.1	85.3	85.5	85.7	85.9	86.1	86.3	86.5	86.7	86.9	87.1	87.3	87.5	87.7	87.9	88.1	88.3	88.5	88.7	88.9	89.1	89.3	89.5	89.7	89.9	90.1	90.3	90.5	90.7	90.9	91.1	91.3	91.5	91.7	91.9	92.1	92.3	92.5	92.7	92.9	93.1	93.3	93.5	93.7	93.9	94.1	94.3	94.5	94.7	94.9	95.1	95.3	95.5	95.7	95.9	96.1	96.3	96.5	96.7	96.9	97.1	97.3	97.5	97.7	97.9	98.1	98.3	98.5	98.7	98.9	99.1	99.3	99.5	99.7	99.9	100.1	100.3	100.5	100.7	100.9	101.1	101.3	101.5	101.7	101.9	102.1	102.3	102.5	102.7	102.9	103.1	103.3	103.5	103.7	103.9	104.1	104.3	104.5	104.7	104.9	105.1	105.3	105.5	105.7	105.9	106.1	106.3	106.5	106.7	106.9	107.1	107.3	107.5	107.7	107.9	108.1	108.3	108.5	108.7	108.9	109.1	109.3	109.5	109.7	109.9	110.1	110.3	110.5	110.7	110.9	111.1	111.3	111.5	111.7	111.9	112.1	112.3	112.5	112.7	112.9	113.1	113.3	113.5	113.7	113.9	114.1	114.3	114.5	114.7	114.9	115.1	115.3	115.5	115.7	115.9	116.1	116.3	116.5	116.7	116.9	117.1	117.3	117.5	117.7	117.9	118.1	118.3	118.5	118.7	118.9	119.1	119.3	119.5	119.7	119.9	120.1	120.3	120.5	120.7	120.9	121.1	121.3	121.5	121.7	121.9	122.1	122.3	122.5	122.7	122.9	123.1	123.3	123.5	123.7	123.9	124.1	124.3	124.5	124.7	124.9	125.1	125.3	125.5	125.7	125.9	126.1	126.3	126.5	126.7	126.9	127.1	127.3	127.5	127.7	127.9	128.1	128.3	128.5	128.7	128.9	129.1	129.3	129.5	129.7	129.9	130.1	130.3	130.5	130.7	130.9	131.1	131.3	131.5	131.7	131.9	132.1	132.3	132.5	132.7	132.9	133.1	133.3	133.5	133.7	133.9	134.1	134.3	134.5	134.7	134.9	135.1	135.3	135.5	135.7	135.9	136.1	136.3	136.5	136.7	136.9	137.1	137.3	137.5	137.7	137.9	138.1	138.3	138.5	138.7	138.9	139.1	139.3	139.5	139.7	139.9	140.1	140.3	140.5	140.7	140.9	141.1	141.3	141.5	141.7	141.9	142.1	142.3	142.5	142.7	142.9	143.1	143.3	143.5	143.7	143.9	144.1	144.3	144.5	144.7	144.9	145.1	145.3	145.5	145.7	145.9	146.1	146.3	146.5	146.7	146.9	147.1	147.3	147.5	147.7	147.9	148.1	148.3	148.5	148.7	148.9	149.1	149.3	149.5	149.7	149.9	150.1	150.3	150.5	150.7	150.9	151.1	151.3	151.5	151.7	151.9	152.1	152.3	152.5	152.7	152.9	153.1	153.3	153.5	153.7	153.9	154.1	154.3	154.5	154.7	154.9	155.1	155.3	155.5	155.7	155.9	156.1	156.3	156.5	156.7	156.9	157.1	157.3	157.5	157.7	157.9	158.1	158.3	158.5	158.7	158.9	159.1	159.3	159.5	159.7	159.9	160.1	160.3	160.5	160.7	160.9	161.1	161.3	161.5	161.7	161.9	162.1	162.3	162.5	162.7	162.9	163.1	163.3	163.5	163.7	163.9	164.1	164.3	164.5	164.7	164.9	165.1	165.3	165.5	165.7	165.9	166.1	166.3	166.5	166.7	166.9	167.1	167.3	167.5	167.7	167.9	168.1	168.3	168.5	168.7	168.9	169.1	169.3	169.5	169.7	169.9	170.1	170.3	170.5	170.7	170.9	171.1	171.3	171.5	171.7	171.9	172.1	172.3	172.5	172.7	172.9	173.1	173.3	173.5	173.7	173.9	174.1	174.3	174.5	174.7	174.9	175.1	175.3	175.5	175.7	175.9	176.1	176.3	176.5	176.7	176.9	177.1	177.3	177.5	177.7	177.9	178.1	178.3	178.5	178.7	178.9	179.1	179.3	179.5	179.7	179.9	180.1	180.3	180.5	180.7	180.9	181.1	181.3	181.5	181.7	181.9	182.1	182.3	182.5	182.7	182.9	183.1	183.3	183.5	183.7	183.9	184.1	184.3	184.5	184.7	184.9	185.1	185.3	185.5	185.7	185.9	186.1	186.3	186.5	186.7	186.9	187.1	187.3	187.5	187.7	187.9	188.1	188.3	188.5	188.7	188.9	189.1	189.3	189.5	189.7	189.9	190.1	190.3	190.5	190.7	190.9	191.1	191.3	191.5	191.7	191.9	192.1	192.3	192.5	192.7	192.9	193.1	193.3	193.5	193.7	193.9	194.1	194.3	194.5	194.7	194.9	195.1	195.3	195.5	195.7	195.9	196.1	196.3	196.5	196.7	196.9	197.1	197.3	197.5	197.7	197.9	198.1	198.3	198.5	198.7	198.9	199.1	199.3	199.5	199.7	199.9	200.1	200.3	200.5	200.7	200.9	201.1	201.3	201.5	201.7	201.9	202.1	202.3	202.5	202.7	202.9	203.1	203.3	203.5	203.7	203.9	204.1	204.3	204.5	204.7	204.9	205.1	205.3	205.5	205.7	205.9	206.1	206.3	206.5	206.7	206.9	207.1	207.3	207.5	207.7	207.9	208.1	208.3	208.5	208.7	208.9	209.1	209.3	209.5	209.7	209.9	210.1	210.3	210.5	210.7	210.9	211.1	211.3	211.5	211.7	211.9	212.1	212.3	212.5	212.7	212.9	213.1	213.3	213.5	213.7	213.9	214.1	214.3	214.5	214.7	214.9	215.1	215.3	215.5	215.7	215.9	216.1	216.3	216.5	216.7	216.9	217.1	217.3	217.5	217.7	217.9	218.1	218.3	218.5	218.7	218.9	219.1	219.3	219.5	219.7	219.9	220.1	220.3	220.5	220.7	220.9	221.1	221.3	221.5	221.7	221.9	222.1	222.3	222.5	222.7	222.9	223.1	223.3	223.5	223.7	223.9	224.1	224.3



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

GEO TEST V S.A.C.



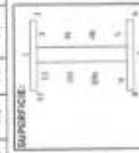
FORMATO	
CODIGO:	F-27-00-01-02H
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2020
PAGINA:	26

OBJETO: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUEBLO COMERCIO LOS RIOS DE SU REHABILITACION, SECCION JUNTA 1002

ORIGEN: TESDA MARIQUE
 VIGAS: TUBOS JUNTA C/LOS
 PINTURA: SOLUJKA CAPA - JET MASTIC 605
 NORMA: SSP/CI/02 - 2004
 EQUIPO DE INSPECCION: POSICION: 6300-FIN-0084-15-03
 COMPONENTE: VIGA PRINCIPAL MARIQUE COMERCIO

REFERENCIA:
 INSPECCION NOMINAL
 DIMENSIONES
 05-08
 7.7 m
 1.30 x 0.75 m

ITEM	CODIGO	ESPESOR (en mm)												CALIF.											
		SUPERFICIE	SECCION 1	FRONTAL	SECCION 2	FRONTAL	SECCION 3	NO AJUSTA (CONCRETO)	SECCION 3	FRONTAL	SECCION 4	FRONTAL	SECCION 5		FRONTAL	P.P.	P.V.								
1	VITRIFICADO	1	7.8	8.9	8.1	7.6	7.8	8.9	7.5	7.8	6.3	6.5	6.1	6.3	6.5	6.7	6.4	6.5	7.3	7.1	7.1	7.1	7.1		
		2	8.7	7.6	7.9	8.1	8.7	8.4	7.9	7.7	7.2	6.9	7.4	7.2	6	7.7	7.8	7.8	8	8.1	7.6	8	7.7	7.7	
		3	8.9	8.5	8.4	8.8	8.2	8	7.8	7.9	6.9	7.3	7.1	7.1	8.2	8.5	8.6	8.4	8.3	9.2	9	8.8	8.2	8.3	8.2
		4	7.1	8.9	7	8.7	8.1	7.8	6.7	7.1	6.5	7	6.7	6	6.9	8	8.0	8.0	8.6	8	8.8	8.4	7.9	8.4	7.9
		5	6	5.2	8.7	9	8.1	8	6.5	6.5	6.2	7.8	6.9	7.7	7.8	7.9	8.1	7.9	8.1	8	7.8	8	7.8	8	8.1
		6	7.8	9	8.8	8.5	8	6.1	8	8.7	6.6	6	7	6.5	6.3	8	7.8	8	7.3	7.8	7.1	7.3	7.8	7.8	7.8
		7	8.3	8.5	7	8.6	8	6.8	6.9	6.9	6.4	6.2	6	6.2	6.1	6.2	6.5	6.3	7.9	7.2	7.5	7.5	7.5	7.1	7.1
		8	7	7.4	7.1	7.2	6.5	7.9	6.9	6.4	7.0	7.2	7.4	7.5	6.7	6.9	9.2	8.9	7.7	7.9	7.6	7.7	8	7.7	7.7
		9	7.6	7.9	7	7.5	6.9	8.5	9	8.1	8	7.5	7.8	7.8	8.1	7.9	8	8	6.8	7.3	7.2	7.1	7.8	7.8	7.8
		10	7.4	7	7.2	7.2	7.8	8.1	8.5	8.6	8	7.6	7.8	7.8	7.6	6.7	7.1	7.1	7.2	7.5	7.9	7.5	7.8	7.8	7.8
		11	8.1	8.3	8	8.1	8.2	8.4	8.3	8.3	7.9	7.8	7.7	7.7	8.1	7.8	7.8	7.9	7.1	6.9	7.4	7.1	7.8	7.8	7.8
		12	6.6	7.4	6.7	6.9	6.1	6	6	6	7	6.6	6.6	6.3	6.3	6.0	6.1	6.2	5.6	7.7	7.9	7.6	7.7	7.8	7.8



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
 INGENIERIA JEAN LUIS SUCCARAY
 CIP 11.547.02
 2024 DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

GEO TEST V S.A.C.



FORMATO	
CODIGO:	F-27-00-01-02H
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2020
PAGINA:	1 de 1

MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS

OBJETO: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUNTE COMPLETO (DESPUES DE SU REHABILITACION REGION JUNIN 2020)

CLIENTE: CHIRACA TERESA MARYCORY
 VARGAS RAMOS JUAN CARLOS

PROYECTO: SEGURIDAD CIVIL - JST/MS/TC 803

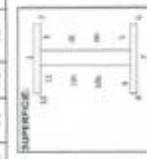
CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA ESPECIAL - 2004

EQUIPO DE INSPECCION: PORTAFONOMETRO PMS-0864-FIS-03

COMPONENTE: VIGA PRECUNTA-VAJONEN COBERTOZO

REFERENCIA: ESPECIFICACION REV.1
 6.4 mm
 7.9 mm
 -1.06 a 0.30 mm

ITEM	CODIGO	ESPESOR (en mm)												CALIF.											
		SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12												
1	VT/INT/102	1	7.9	6.2	7.8	8	7	7.2	7.7	7.3	7.1	6.9	7	7	7.4	7.7	7.8	7.7	8.5	8.2	8.7	8.5	7.3	AC	
		2	8.3	7.8	7.6	7.9	7.9	8	7.8	7.8	7.9	8	7.8	7.8	7.8	8.3	8.8	8.5	8.5	8.2	8.5	8.6	8.5		8.1
		3	7.9	8.1	8	8	8.3	7	7.2	7	7.7	7.2	8	7.6	8.2	8.7	8.6	8.5	8.7	9.3	9.6	9.2	9.2		8.1
		4b	8.2	7.9	7.7	7.9	7.8	8.6	7.9	8.1	8.1	7.6	7.5	7.7	8.1	8	8.8	8.9	8.9	9.4	9.2	9.4	9.2		8.4
		5	8.3	8.1	8	8.1	8.6	7.2	7	7.9	7.7	8.1	7.9	8.8	8.2	8.5	8.6	7.8	8.0	8.6	8.0	8.1	8.2		8.2
		6	8.1	8.5	8.6	8.3	8.5	8.9	9	8.1	8.8	7.2	7.8	7.2	8.4	8.7	7.5	8.7	8.1	8.2	8.4	8.2	7.9		7.9
		7	8.3	8.6	7	8.7	8.3	8.4	8.8	8.5	7.1	7.3	8.1	7.5	8.7	8.8	7.3	7	8.3	8.9	8.6	8.7	8.9		8.9
		8	7	6.8	6.5	6.8	7.7	6	7.5	7.7	6	7.5	7.8	9	8.9	8.5	8.8	9.0	8.9	9.4	9.4	9.4	9.4		8.1
		9	8.7	8	8.2	8.1	8.6	8.9	8.7	8.4	8.2	7.8	8.9	7.7	7.9	8.1	8.3	8.1	8.2	8	8.2	8.2	8.2		8.3
		10	8.2	7.9	8	8	8.7	8.8	7.9	8.5	7.2	7.4	7.8	7.5	8.6	8.2	8.8	8.5	8.2	7	7.2	8.8	7.5		7
		10b	8.8	7.9	7.6	7.2	8.6	7.2	7.1	7	7.8	7.8	7.7	8.3	8.7	8.9	7.3	8.4	8.1	8.3	8.3	8.3	8.4		8.4
		11	7.8	8.4	8.5	8.3	8.7	8.6	8.9	8.9	7.8	7.5	7.3	7.7	8.1	8.4	8.2	8.2	8.3	8.1	7.9	8.1	8.1		8.4
12	7.8	8.3	8.4	8.2	7.9	8.5	8.2	8.2	8.1	7.8	8	8	7.3	7.8	7.2	7.3	7.1	7.9	7.6	7.7	7.9	7.9			



GEO TEST V S.A.C. LABORATORIO

[Signature]

DR. INGENIERO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA

JOSÉ DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.



FORMATO	
CODIGO:	F-27-02-01-604
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2020
PAGINA:	23

MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS

OBJETO: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMPLETO (DESPIES DE SU REHABILITACION REGIONAL ANO 2020)

OBRA: CHINGA TELERA MARIQUET VARELA TORRES JARRICOLOG

PROYECTO: PINTURA

CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA S27C IN2 - 2004

EQUIPO DE INSPECCION: PROYECTOR 6000-FMS-0059-419-03

COMPONENTE: VIGA PRINCIPAL (MASON) CUERPO

REFERENCIA: ET-PT-102-03-REV.1

ESPESOR NOMINAL: 2.3 mm

ESPESOR REAL: 2.5 mm

DIMENSIONES: 1.36 x 8.75 m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.											
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12												
1	VIGAS PRINCIPALES	SUPERFICIE	1	2.2	2.0	3.1	2.5	2.2	2.6	2.5	2.4	2.1	2.2	2.4	2.3	2.1	2.2	2	2.1	2.5	2.1	2.2	2.3	2.3		
			2	2.6	2.8	3	2.9	3	2.8	2.8	2.8	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.5	2.8	2.7	2.7	2.6	2.7	2.7	2.7	2.6	
			3	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2	3	2.8	2.9	3.2	3.1	
			4	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2	3	2.8	2.9	3.2	3.1	
			5	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2	3	2.8	2.9	3.2	3.1	
			6	2.8	2.7	2.8	2.6	2.8	0.3	2.7	2.9	2.8	3	3.1	3	2.8	2.7	2.8	2.7	2.8	2.7	2.8	2.5	2.6	2.7	2.8
			7	2.5	2.8	2.4	2.6	2.4	2.6	2.1	2.4	2.7	2.5	2.6	2.6	2.6	2.7	2.5	2.6	2.3	2.5	2.3	2.4	2.4	2.5	
			8	2.4	2.6	2.5	2.5	2.6	2.7	3	2.8	2.8	2.5	2.9	2.7	2.8	2.6	2.5	2.6	2.7	2.6	2.5	2.7	2.7	2.7	
			9	2.8	2.8	3	2.9	2.8	2.9	3.7	2.8	3	2.8	2.9	2.9	2.9	2.7	2.8	2.9	2.8	2.4	2.3	2.2	2.3	2.7	
			10	3.2	3	3.2	3.1	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3	3.2	3.3	3	3.1	3.1	2.8	2.8	2.8	2.8	3.1	
			11	2.8	2.9	2.9	2.9	2.8	2.9	3	2.9	3	2.9	3.1	3	2.7	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.7	2.7	2.8	
			12	2.4	2.3	2.6	2.4	2.2	2.1	2.4	2.2	2.2	2	2	2.1	2.3	2.1	2.4	2.3	2	2.6	2.4	2.3	2.3	2.3	



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 CALIDAD Y GARANTIA DE CALIDAD DE MATERIALES
 TECNOLÓGIA DE CONCRETO
 AV. SULLCAY Nº 1012
 JYSA DE LINDERO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.

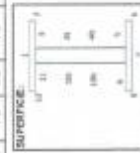


FORMATO	
OBRA: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMPLETO (DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020) TERMINAL: OMBACA TRUJEDA MARICOP VAMOS PANGOS JOHN CARLOS PINTURA: SQUIDEX CAPA - JET MATRIC 500 NORMA SSPC PA2 - 2004 CRITERIO DE ACEPTACION: EQUIPO DE INSPECCION POSICION 6500-FMS-008A418-03 COMPONENTE: VIGA PRINCIPAL MARIBEN COBRIECO	CODIGO: F-27-00-01-604 VERSION: 1 FECHA: Octubre - 2020 PAGINA: 30

MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS

REFERENCIA:
 ESPELOR NORMAL
 ESPELOR REAL
 OMBRES/OMBS
 1.361 975 m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPELOR (en m)													CALC.										
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12	SECCION 13		P.P.	P.T.								
1	VTRAP102	1	7.6	7.5	7.8	7.6	8.7	7.4	8.1	8.1	8.8	8.2	8.4	9.1	8.4	7.9	8.2	8.5	7.1	7	8.8	8.1				
		2	7.8	7.8	7.8	7.8	8	7.9	8.6	7.9	8.8	7.8	8.1	8.9	8.8	8.5	8.1	8.8	7.7	7.6	8.1	7.5	8.3			
		4	8.7	7.1	7.4	7.1	7.4	8.3	8.8	7	8.3	8.8	8.8	9.2	7.9	8.8	8.2	8.6	7.4	7	7.4	7.3	7.8			
		40	8.4	8.1	8	8.2	8.9	8.5	8.1	8.5	8.1	8.8	8.4	9.4	9.5	9	8.9	8.6	7.4	8.1	7.2	7.7	8.6			
		5	7.5	8	7.7	7.7	7.2	7.1	7.5	7.3	8.8	8.8	10.1	9.7	10.2	9.3	9.7	8.7	7.8	8	8.2	8	8.5			
		6	8.5	8.8	8.8	8.8	8.7	8.4	8.1	8.7	8.5	8	9.7	9.1	8.2	8.8	8.3	8.8	7.5	6.8	8	7.5	8.5			
		7	7.1	7.4	7.5	7.3	8.8	8.2	7	7	7.4	7.2	7.3	9.8	10.2	9.4	9.7	9.5	8.9	10.1	8.6	7.2	8.1	7.5	8.5	8.3
		8	8.8	7.2	7	7	7.4	7.2	7.3	8.8	8.7	8.1	8.5	8.6	8.4	8.8	8.5	8.1	8.3	7.7	7.5	8.2	7.9	8.4		
		9	8.9	8.3	8.6	8.6	8.7	8.1	8.9	8.6	8.6	8.4	8.8	8.5	8.4	8.5	8.1	8.6	7.7	7.5	8.2	7.9	8.4			
		10	8.1	8.6	8.5	8.4	8.9	8	8.2	8.4	7	8.3	8.5	8.6	8.5	7.2	7.6	7.1	7.9	6.8	8.9	7.3	7.5			
		100	7.3	7.9	7.8	7.7	7.6	7.5	7.2	7.4	8.7	8.4	7.4	8.8	8.0	8.4	8.0	8.0	7.4	7.3	7.5	7.2	7.2			
		11	8.1	8.7	8.9	8.8	8.3	8.3	8.3	8	8.1	8.9	7.5	7.9	8	8.0	8.1	8.7	7.8	7.6	7.3	7	7.4	8.4		
		13	8.8	8.5	8.7	8.7	8.3	8	8.5	8.8	7.3	8	8.4	7.8	7	7.8	8.2	7.7	8.1	7.5	8.2	7.9	8.2			



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 GEO TEST V S.A.C.
 INGENIERO CIVIL
 INGENIERO DE CONTROL DE CALIDAD
 INGENIERO DE MANTENIMIENTO
 INGENIERO DE OPERACIONES
 INGENIERO DE PROYECTO
 INGENIERO DE SISTEMAS
 INGENIERO DE TRÁFICO Y SEÑALIZACIÓN
 INGENIERO DE VEHÍCULOS
 INGENIERO DE VIALIDAD
 INGENIERO DE ZONIFICACION URBANA
 INGENIERO DE ZONIFICACION RURAL
 INGENIERO DE ZONIFICACION TURISTICA
 INGENIERO DE ZONIFICACION INDUSTRIAL
 INGENIERO DE ZONIFICACION AGROPECUARIA
 INGENIERO DE ZONIFICACION AMBIENTAL
 INGENIERO DE ZONIFICACION DE RECURSOS NATURALES
 INGENIERO DE ZONIFICACION DE RECURSOS HUMANOS
 INGENIERO DE ZONIFICACION DE RECURSOS SOCIALES
 INGENIERO DE ZONIFICACION DE RECURSOS CULTURALES
 INGENIERO DE ZONIFICACION DE RECURSOS ECONOMICOS
 INGENIERO DE ZONIFICACION DE RECURSOS POLITICOS
 INGENIERO DE ZONIFICACION DE RECURSOS LEGALES
 INGENIERO DE ZONIFICACION DE RECURSOS SOCIALES
 INGENIERO DE ZONIFICACION DE RECURSOS CULTURALES
 INGENIERO DE ZONIFICACION DE RECURSOS ECONOMICOS
 INGENIERO DE ZONIFICACION DE RECURSOS POLITICOS
 INGENIERO DE ZONIFICACION DE RECURSOS LEGALES



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.



FORMATO	
CODIGO	EST-02-01-001
VERSION	1
FECHA	Octubre - 2000
PAGINA	31

MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS

ORIGEN: EVALUACION DE LA CONDICION DEL PUENTE COMERCIO LIBRES DE SU REABILITACION, REGION JUNIN 2003

TRABAJOS: CHANGA TELERA MAPICOTE VARGAS RINCON JAMACHELOS

PINTURA: SECUNDARIA CAPA - JET ZINC-180

CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA SSPC PA2 - 2004

EQUIPO DE INSPECCION: POSICIONADOR 0000-FIN-2003-4-15-20

COMPONENTE: VIGA TRANSVERSAL DE MARRON COLOREDO

REFERENCIA:
 ESPESOR NOMINAL
 ESPESOR REAL
 DIMENSIONES

DE: 40.10.03 REV 1
 2-3 MM
 2.5 MM
 1.30 X 0.15 m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALC.											
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12												
1	VT001100	SUPERFICIE	1	2.6	2.8	2.5	2.8	2.4	2.5	2.8	2.6	3	2.5	2.8	2.8	2	2.5	2.4	2.3	2.6	2.7	2.0	2.7	2.6		
			2	3.2	3.1	3.3	3.2	3	2.9	3.2	3	3.1	3.2	3	3.1	3.1	3.1	3.2	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	
			3	3.4	3.1	3.2	3.2	3	3.1	3.3	3.1	3.2	3	3.4	3.2	3	3.2	3.1	3.4	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2
			4	3.1	3.3	3.2	3.2	3.4	3	3.3	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3.4	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2
			5	3.1	3	3.2	3.1	2.9	3	3.2	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.6	3	2.8	2.8	2.8
			6	2.8	2.5	3.7	3.6	3.4	2.5	2.6	2.5	2.5	2.7	2.4	2.5	2.4	2.2	2.0	2.4	2.3	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.5
			7	2.8	2.6	2.7	2.7	2.8	2.6	2.5	2.6	2.5	2.7	2.5	2.6	2.4	2.6	2.5	2.4	2.5	2.6	2.4	2.5	2.6	2.4	2.5
			8	2.1	2.4	2.5	2.3	2.2	2.3	2.6	2.4	2.5	2.4	2.3	2.4	2.6	2.5	2.4	2.4	2.5	2.6	2.4	2.5	2.6	2.4	2.5
			9	3.1	3	2.9	3	3.2	2.9	3	3	2.9	2.8	3.1	2.9	2.9	3	2.9	2.9	3.1	2.8	3	3	3	3	3
			10	3.3	3.2	3.1	3.2	3.3	3.2	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.3	3	3.1	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.2
			11	3.1	3.3	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3	3.1	3	3.2	3.2	3.1	3	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3.1
			12	2.9	2.7	3	2.9	2.9	3	3.1	3	2.9	3.1	3	3	2.9	3.1	3	3	2.9	2.8	3	2.9	3.1	3	3.1
			13	2.6	2.5	2.3	2.5	2.6	2.2	2.3	2.4	2.3	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA
 CALIDAD Y CONFIANZA EN EL CONTROL DE MATERIALES
 TECNOLÓGIA DE CONTROL



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

GEO TEST V S.A.C.



FORMATO	
CODIGO:	P-27-CC-01-S01
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2002
PAGINA:	22

OBRA : EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMPLEJO LOS RINOS DE SU REPARACION, REGION ARAUCO

TECNICAS : ORIGEN TUBERIA MORTERO
VARIAS MARCAS JUAN CARLOS

PINTURA : SIGLADA CAPA... JET MASTIC 800
MORIM 55PC R2 - 2004

CRITERIO DE ACEPTACION : INSPECCION VISUAL

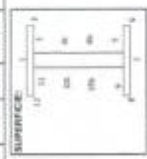
EQUIPO DE INSPECCION : POSICION 0000 PMS 090416-03

COMPONENTE : VIDA PRECIPITACION EQUINO

ESPESOR (en mm) : 1.38 x 8.70 m

REFERENCIA : E1-PI-102-03-REV 1
5-0 mm
7.8 mm

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												P.T.										
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12											
1	VITRIFIC	1	7.8	8.3	7.6	7.9	8.5	8.1	6.9	7.8	7.6	7.4	8.1	8	6	6.3	6.1	6.1	5.8	5.6	5.9	5.8	7.5		
		2	9.1	9	8.6	8.8	7.3	8.4	8	7.9	7.7	8.2	8.1	8.7	7.5	8	8.1	7.9	8	7.4	7.6	7.7	8.2	8.2	
		3	8.2	8.7	8.5	8.9	8.1	8.2	8.5	8.5	8.6	7.5	8.1	8.5	7.8	7.7	8.7	9	8.9	9.2	9	8.9	9.2	9	8.5
		4	6	5.8	6.0	6.5	6.2	7.2	7.9	7.8	8.5	7.3	8	8.8	8.6	8.4	8.0	8.0	8.0	8.2	8.5	8.5	8.5	8.3	8.3
		5	9.8	9.8	8.7	9.4	7.9	8.1	8.4	8.1	8.5	8	8.2	8.5	7.9	8.4	8	8.1	7.8	7.1	7.2	7.4	8.2	7.7	7.8
		6	7.9	8	8.7	8.9	8.4	8.9	8.5	8.6	8.7	8.5	7.9	8.7	7.8	8.5	7.2	7.8	8.4	8.2	8.9	8.5	7.7	7.8	7.8
		7	7.1	7.3	6.8	7.1	7.5	6.1	7.2	6.9	7.8	7.4	8	7.7	6.6	6.5	6.5	6.4	7.4	7.5	7.9	7.5	7.1	7.1	7.1
		8	9.5	9.2	8.7	9.6	8.0	7.2	8.4	7.8	6.8	7.2	7.5	7.2	6.9	6	6.2	6.4	6	6.1	6.7	6.3	7.3	7.3	7.3
		9	8.1	8.3	8.2	8.2	8.5	7.6	8	8.1	7.9	7.5	7.8	7.7	8.8	8.5	8.2	8.2	8.5	7.4	7	7.7	6.9	7.7	6.9
		10	7.5	8.1	8	7.9	8.2	7.6	7.2	7.7	8.1	7.6	7.4	7	8.2	7.7	8.3	8.1	7.8	8.4	8	8.4	7.8	7.8	7.8
		10b	7.9	8.9	7.9	7.4	8.9	6.6	7.1	8.9	8.1	7.7	7.3	7.7	7.7	8.9	6.8	7.1	8.1	8.2	8.1	8.5	7.8	7.8	7.8
		11	8.8	7.9	8	8.2	8	7.6	8	8.2	7.5	8.1	8.0	8.1	8.1	8.7	7	7.9	8.5	8.1	8.6	8.4	8.2	8.2	8.2
		12	7.5	7.1	7	7.2	8	7.7	7.6	7.6	8.4	7.7	7.9	8	8.4	8.5	8.3	8.7	7.1	6.9	7.3	7.1	7.8	7.8	7.8




 GEO TEST V S.A.C.
 ING. FERRER VILLALBA SANCHEZ
 ING. FERRER VILLALBA SANCHEZ
 CIP Nº 247212
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.

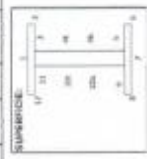


FORMATO	
CODIGO:	F-21-02-01-0201
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2008
PAGINA:	33

OBRA: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMARCERO (DESPUES DE SU REHABILITACION REGION JUNIN 2008)
TERMINOS: OMBAS, TUBOS, MARCONES, VIRIDAS, PAVOS, JAIN, CRILES
PINTURA: PRIMERA OPA - JET ZINC-H860
CRITERIO DE ASFICTACION: NORMA SSPC PA-2 - 2004
EQUIPO DE INSPECCION: POSICIONER 6000 FIAS-0009A-18-03
COMPONENTE: VIGA PRINCIPAL MARQUEO EQUISERO

REFERENCIA:
 ET-PT-152-02-REV.1
 2-3 186
 2.5 mm
 1.08 X 8.17 m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALC.										
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12											
1	VT-007T02	NO APLICAR CONCRETO	1	1.0	2.2	2.4	2.2	2.1	2.3	2.4	2.3	2.2	2.5	2.4	2.1	2.2	2	2.1	2.2	2.8	2.1	2.3	2.3		
			2	3	2.9	2.7	2.9	2.8	2.6	2.7	2.7	3	2.6	2.8	2.8	2.7	2.5	2.6	2.6	2.8	2.6	3	2.8	2.8	
			4	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2	3.3	3.2	3.3	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2
			4b	3.2	3	3.1	3.1	3.3	3.2	3.3	3.1	3.2	3	3.1	3.2	3.3	3	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
			5	3	2.9	3.1	3	2.8	2.8	3.1	2.9	2.8	2.9	2.7	2.8	2.8	2.7	2.6	2.7	2.8	2.7	2.8	2.7	2.8	2.8
			6	2.6	2.5	2.3	2.4	2.1	2.1	2.3	2.2	2.3	2.4	2.2	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2	2.4	2.1	2.2	2.3	2.3	2.3
			7	2.5	2.7	2.6	2.8	2.7	2.7	2.6	2.7	2.4	2.6	2.1	2.4	2.6	2.7	2.5	2.6	2.6	2.4	2.6	2.5	2.5	2.5
			8	1.9	2.3	2.5	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2	2.6	2.2	2.2	2.1	2	2.1	2	2.3	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
			9	3	2.9	2.8	2.6	3	3	3	2.8	2.9	2.7	2.8	2.9	2.7	2.8	2.8	2.9	3	2.9	3	3.0	2.9	2.9
			10	3.2	3.3	3.1	3.2	3.1	3.3	3.3	3	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.3	3	3.1	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3.1
			11	2.6	2.9	2.8	2.8	3	3	3.1	3	2.8	2.9	3	2.9	2.7	2.8	2.7	2.7	2.8	2.9	2.8	2.9	2.9	2.9
			12	2.8	2.4	2.4	2.5	2.2	2.2	2	2.1	2.2	2.1	2.4	2.2	2.3	2.1	2.4	2.3	2.4	2.3	2.6	2.4	2.4	2.3



GEO TEST V S.A.C.
 CALIDAD Y ASESORIA DE CONTROL DE MATERIALES
 JUNIN - PERU
 C/TA. P.O. BOX 10000 - SAN JUAN DE LOS RIOS - SUZCAY
 JUNIN - PERU
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.



FORMATO	
CODIGO:	P-37-02-01-50N
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2009
PAGINA:	36

OBRA: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUNERO (DESPUES DE SU REHABILITACION REGION JUNIN 2009)

TESTEAS: ONVIGA TEJEDA MARIORPE
VARGAS FRANCIS JUAN CARLOS

PINTURA: RESINA CAJON - JET MASTIC 900

CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA SSPC PAZ - 2004

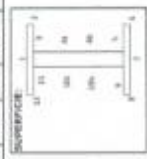
EDIFICIO DE INSPECCION: PROYECTO R003-FIN-008-4-15-05

COMPONENTE: VIGA PRINCIPAL NOROCCIDENTAL (CUBIERTO)

REFERENCIA: ET-PT-102-03-REV.1
5-8 MAR
7.9 mm
1,30 x 0,17 m

DIMENSIONES:

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.										
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12											
1	VTMPT152	1	7.4	8.3	7.9	7.9	8.1	6.9	7.1	7.4	7.9	7.4	7.1	7.5	7.5	7.9	8.1	7.8	8.1	7.7	6.5	7.9	7.7		
		2	8.5	8.7	7.9	7.7	7.9	7.8	8	7.9	8.3	8.5	8	8.6	7.2	6.5	6.7	6.8	8.2	7.6	8.2	8.1	7.8	7.5	
		3	8.9	8.3	8.8	7.9	8.6	8.0	8.7	8.7	7.4	7	7.3	7.2	6.2	7.2	6.5	6.0	6.7	7.5	6.0	7	6.0	7	7.5
		4	8.2	8	7.8	8	8.6	8.5	8.8	8.6	7.4	8.1	7.8	7.8	6.5	6.6	6.8	6.6	8.0	7.6	7.5	8.2	8.2	7.9	7.9
		5	8.8	9	7.8	8.0	8.2	8.2	8.7	8.4	8.1	7.7	7.9	7.3	7.3	8	8.2	7.0	7.9	7	7.4	7.4	8	8	8
		6	7.8	9.7	8.4	8	7.9	7.6	7.8	7.8	7.2	7.4	6.8	7.1	6.4	7	6.7	6.7	8.5	10.2	8.2	9	7.9	7.9	8
		7	8.4	9.3	8.9	8.9	8	7.7	7.4	7.7	6.9	7	7.3	7	7.9	8.0	6.8	7.1	6.1	6.6	8.1	6.8	7.5	7.5	8
		8	9.3	8.6	10	9.3	7.1	7.6	7.8	7.5	7.9	7.6	7.3	7.6	8	7.3	7.5	7.6	7.6	7.6	8.4	7.8	8	8	9
		9	8.1	8.8	8.8	9.3	7.4	8.1	8.8	8	7.9	8	7.6	7.8	8	7.5	8.0	8.8	9.8	10.1	10.4	10.1	8.5	8.5	8.5
		10	8.6	8	7.6	8	6.9	7.9	8.3	7.7	7.5	8.1	7.9	7.8	7.9	6.9	7.5	7.4	8.7	8.6	9.2	8.9	8	8	8
		10b	8.5	8.2	8.8	9.2	7.3	8.2	8.4	8	8.1	7.6	7.8	7.8	7.8	7.2	7.1	7.3	8.1	6.3	7.2	7	7.9	7.9	7.9
		11	8.2	9.2	8	9.2	8.2	8.0	8.5	8.5	8.2	7.7	7.9	7.9	8.1	7.9	7.5	7.9	10	9.5	9.3	9.7	8.7	8.7	8.7
12	8.8	8.5	8.6	8.6	8	8.1	8.3	6.8	7.6	7.4	7.1	7.4	7.2	7.2	6.8	7.1	9	8.3	8.4	8.3	8	8	8		




JUAN CARLOS VARGAS
 INGENIERO CIVIL
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

GEO TEST V S.A.C.

"CALIDAD Y CANTIDAD EN EL CONTROL DE MATERIALES"



TECNOLOGIA DE CONCRETO

FORMATO	
CODIGO	F.37.00.01-501
VERSION	1
FECHA	Octubre - 2020
PAGINA	33

MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS

OBRA: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUERTE COMERCIO (ESPESORES DE SU REPARABILIDAD) REGION ANCAHUECO

TESTISTAS: DANICA TEJEDA NAVI ORTIZ
VANDERSON BARRON

PINTURA: REQUISA CAPA 1 - JET ZINC 166

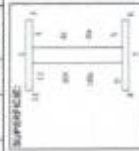
CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA SSPC PA2 - 2004

EQUIPO DE INSPECCION: POSICION 6500-FHS-005-4-16-33

COMPONENTE: VIGA PRINCIPAL - MURGEN COBERTO

REFERENCIA: DT-FS-102-03-REV 1
ESPESOR NOMINAL: 2.6 mm
ESPESOR REAL: 1.16 x 8.30 m
DIMENSIONES:

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)													CALIF.									
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12	SECCION 13										
1	VTMPT152	NO ATACA (CONCRETO)	1	2.2	2.4	2.2	2.1	2.2	2.3	2.3	2.6	2.5	2.5	2.8	2.3	2.5	2.6	2.6	2.7	2.6	2.4				
			2	2.6	2.9	3	2.9	3.1	3.1	3	3.1	2.9	2.8	2.9	2.8	3	3.1	3	3.1	3.2	3.1	3			
			3	3.2	3.3	3.1	3.2	3.1	3	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3.3	3	3.1	3.1	3.1		
			4	3.1	3.3	3	3.1	2.8	3.1	2.8	2.9	3.3	3.1	3.2	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.2	3	3.1	3.1	
			5	3	3	3.1	3	3.1	3	3.2	3.1	3.3	3.1	3.1	3.2	3.2	3	3.2	3.1	3	3.2	3.1	3.1	3.1	
			6	3.2	2.9	3.3	3.1	3.2	3.1	3.4	3.2	3.2	3	3.1	3.1	3.3	3.5	3	3.3	3	2.8	2.9	3.1	3.1	
			7	2.8	3.2	3.3	3.1	3.1	3.3	3.4	3.5	3.1	3	2.6	2.9	2.9	3.3	3.4	3.2	3.1	2.9	3	3	3.1	3.1
			8	2.3	3.1	2.2	2.5	2.2	2.4	2.3	2.3	2.1	2	2.1	2.1	2	2.3	2.1	2.1	2.3	2.4	2.3	3.4	2.2	2.2
			9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	2.7	2.4	2.5	2.5	3	2.8	2.9	2.9	3	2.9	3.1	3.2	2.9	3.1	3.2	3.1	2.9
			10	3	3.2	3.3	3.2	3	3.7	3.6	3.6	3.3	3.2	3	3.2	3.2	3	3.2	3.1	3.3	3.2	3.1	3.3	3.1	3.1
			10b	3.1	3.3	3.2	3.2	2.9	2.8	2.7	2.6	3.1	3	3.2	3.1	3.2	3.1	3	3.1	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1
			11	3	2.6	3.1	2.9	2.7	2.6	2.9	2.7	3	2.9	3.1	3	2.8	3	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
			13	2.3	3.1	3.2	2.2	1.9	2.1	2.3	2.1	2.2	2	2	2.1	2.6	2.3	2.6	2.4	2.5	2.6	2.4	2.3	2.3	2.3



GEO TEST V S.A.C.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA
[Signature]
ING. PABLO JERRY VÁSQUEZ SANCHEZ
CIP Nº 217212
JEFE DE LABORATORIO



FORMATO	
CODIGO: F-27-02-01-SON VERSION: 1 FECHA: Octubre - 2009 PAGINA: 26	

OBRA: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMANERO (DESPUES DE SU REPARACION), REGION JUNIN 2008

TEBETAS: CHINCA TEBEDA MARICOP
 VARIOS RAMOS JUNIN CHILDS

PINTURA: SEQUOIA CAPA - JET MASTIC 500

CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA ISPC PAZ - 2004

EQUIPO DE INSPECCION: POSICION 6000-FIN-0889418-03

COMPONENTE: VIGA PRINCIPAL - ANCHON TUBERCO

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.										
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12											
1	VIGA PRINCIPAL		1	86	9	92	88	88	78	77	81	84	87	73	75	64	77	67	69	71	65	68	68	70	
			2	89	83	9	81	84	82	73	80	89	73	78	81	81	81	86	9	86	78	86	83	85	
			4	83	82	76	77	85	75	73	77	9	82	9	87	89	87	81	89	8	82	85	82	83	
			45	84	87	65	72	79	82	78	8	83	85	74	74	81	75	67	78	81	87	79	85	79	
			5	89	79	8	83	86	81	83	87	80	83	91	91	88	82	74	85	81	9	88	88	80	
			6	71	65	73	7	77	89	73	73	81	73	96	87	87	75	85	89	7	71	69	7	74	
			7	87	75	79	74	80	83	85	65	68	88	71	68	88	8	73	74	74	74	72	68	73	73
			8	89	74	81	75	73	81	77	77	83	78	6	67	79	69	7	79	82	85	8	82	75	
			8	74	78	82	78	89	83	84	85	72	77	73	74	94	78	88	97	8	84	82	85	78	
			100	75	8	78	78	77	84	71	71	70	7	73	73	83	78	8	81	78	76	73	76	76	
			106	73	82	85	81	75	88	82	79	89	83	72	7	88	88	8	85	85	82	83	84	79	
			11	78	83	86	82	82	81	83	82	8	9	91	84	81	84	81	85	89	80	82	80	84	
12	85	78	77	8	8	82	81	68	84	84	85	84	53	83	89	7	81	84	84	84	84				



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA
 VÍA TACNA - SUR VÍA EL SULCARAY
 C.P. N° 81702
 JORE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

GEO TEST V S.A.C.



FORMATO	
CODIGO:	F-27-00-24-504
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2020
PAGINA:	36

OBRA : EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMUEBRO (DESPUES DE SU REHABILITACION REGION ARAUCO 2020)

TERMINOS : OVIANGA TILDEA MARTICORE
SACARDI NIMES JUAN CARLOS

PINTURA : SEQUEIDA CARPA - JET MASTIC 800

CRITERIO DE ACEPTACION : NORMA SSPC PA2 - 2004

EDIFICIO DE INSPECCION : PROYECTO 8000-FIN-0084-18-03

COMPONENTE : VIGA PRINCIPAL MARGEN COBERTO

REFERENCIA : ET-PT-10-03-REV.1
- 5.0 mm
7.5 mm
- 1.36 x 0.75 m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.									
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12										
1	VITRUPILAS	1	8.4	8.7	7.5	8.5	7.8	6.9	8.1	7.6	8	7.2	6.9	7.5	7.4	7.8	8.1	7.8	7.2	7.5	7.6	7.8	7.6	
		2	8.8	7.8	7.8	8.1	8.7	7.6	7.9	8.1	8.2	7.8	8	7.7	8.1	7.6	7.8	7.1	7.6	7.5	7.5	7.9	7.9	7.9
		41	9	8.2	9	8.9	8.3	8.4	8.0	8.6	8.1	9	8.3	8.4	8	8.3	8.0	8.4	8	8.0	8.4	8.0	8.7	8.7
		40	8.3	8.8	7.4	7.5	7.1	8.8	7	8.2	8	7.8	8	7.8	7.4	7.7	7.6	7.6	7.9	8	7.8	7.8	7.8	7.8
		5	8.6	9.5	8.1	8.1	9	8.2	8.7	9	8.8	8.2	8.9	8.7	8.4	9.2	9	8.5	9.2	8.8	8.8	8	8.9	8.9
		6	9.1	7.3	8.6	8.7	7.8	9	8.8	8.3	8.2	8	7.9	8	8.8	8.1	8.3	8.7	8.2	8.1	8.4	8.2	8.4	8.4
		7	6.6	6.8	7.1	6.8	6.5	6.5	7	6.0	6.6	6.6	6.8	6.8	7.1	6.5	6.6	6.7	6.2	6.1	6.5	6.3	6.6	6.6
		8	6.2	6.3	6	6.2	7.1	6.5	6.3	6.6	6	6.4	6.1	6.2	6	6.7	6.2	6.3	6.4	6.3	6.2	6.3	6.3	6.3
		8	7.2	7.8	7.5	7.4	7	7.4	7.1	7.2	7.3	7.3	7.5	7.3	7.2	7.7	6.9	7.3	7.1	7.6	7.6	7.4	7.3	7.3
		108	7.6	7.7	7.3	7.5	7.6	7.9	7	7.6	7.9	7	7.6	7.2	7.4	7.1	7.8	7.8	7.6	7.7	7.6	7.6	7.6	7.6
		100	8.9	7	7.2	7	7.4	7	7.2	7.2	6.9	7.3	7.5	7.2	7.2	7.6	7.7	7.5	7.1	7.8	7.3	7.4	7.3	7.3
		11	8	8.3	9.1	8.7	8.4	8.6	8.1	8.4	9.2	9	8.9	9	8.7	8.4	8.8	8.6	8.6	8.1	8.5	8.7	8.7	8.7
12	8.4	7.1	8.5	7.3	8.6	7.4	6.7	6.8	6.7	6.4	6.5	6.5	6.8	6.3	6.2	6.4	6	6.2	5.4	6.2	6.5	6.5		



GEO TEST V S.A.C. LABORATORIO

[Signature]

ING. JUAN JERRY VELIZ SANCHEZ
CIP. Nº 247072
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

Geo TEST V S.A.C.



FORMATO		CODIGO: F-27-00-01-SCN
MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS		VERSION: 1
		FECHA: Octubre - 2020
		PAGINA: 29

ORIGEN: EVALUACION DE LA DOMICION REAL DEL PAVIMENTO COMPLETO (DESPUES DE SU REHABILITACION) REGION JUNIN 2020

TESTEAS: OBRA: TUBIDA MIRAFLORES
VARIABLES: PAVIMENTO ASFALTICO

PINTURA: SIGILADA OVA (JET ZNC/186)

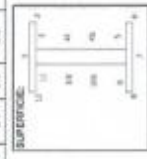
CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA SSPC PA2 - 2004

EQUIPO DE INSPECCION: POSICION 6000-FN6-099-475-03

COMPONENTE: VIGA PRINCIPAL-MUCHOS EQUIVOCOS

REFERENCIA: ET-PC-132-33-467.1
2.3 HAS
2.5 HAS
1.00 X 3.30m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.													
			SECCION 1	FROM. 1	SECCION 2	FROM. 2	SECCION 3	FROM. 3	SECCION 4	FROM. 4	SECCION 5	FROM. 5	P.P.	P.V.														
1	VIGAS	SUPERFICIE	1	2.3	2.1	2.0	2.4	2.4	2.4	2.4	1.9	2.2	2.4	2.2	2.2	2.5	2.6	2.4	2.3	2.6	2.5	2.6	2.4	2.4	AC			
			2	2.6	3	2.8	2.6	3	2.8	2.9	3	2.9	2.7	2.9	3.1	3	2.8	3	2.8	3	2.8	3	2.9	3		2.9		
			3	3.1	2.9	2.8	2.9	3.1	3.3	3	3.1	3.3	3.2	3.2	2.9	3.1	2.8	2.8	3.2	3.1	3	3.1	3.1	3.1		3.1		
			4	2.8	3	2.7	2.8	3.1	2.9	2	2.7	3.2	3	3.1	3.1	2.8	2.9	2.7	2.8	3	3.2	3.1	3.1	3.1		3.1	3.1	
			5	2.9	3	2.8	2.9	2.8	3	2.9	3	2.9	3.1	3	2.8	2.9	3	2.9	3.1	2.9	3	3.1	2.9	3		3	2.9	
			6	2.3	2.5	2.4	2.4	2.3	2.3	2.5	2.4	2.4	2.5	2.3	2.4	2.5	2.6	2.4	2.5	2.4	2.5	2.4	2.5	2.4		2.5	2.4	2.4
			7	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.7	2.8	2.7	2.5	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6		2.6	2.6	2.6
			8	2.5	2.3	2.0	2.6	2.5	2.4	2.5	2.4	1.9	2.3	2.5	2.2	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2	2.3	2.1	2.1		2.1	2.3	2.3
			9	2.6	2.9	2.7	2.7	3	3.7	3.0	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.8	3.1	3	3	2.8	2.9	3	3.0	2.9		3	3.0	2.8
			10	2.6	2.9	2.9	2.8	2.5	2.0	3.1	2.7	3	3.2	3.1	3.1	3	2.9	2.9	2.9	3.2	3	3.2	3	3.2		3.1	2.9	2.9
			11	2.9	2.7	3	2.8	3	3.2	3.1	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	2.9	2.7	2.8	2.8	3.2	3.1	3	3.1	3		3.1	3	3
			12	2.4	2.5	2.8	2.4	2.5	2.6	2.5	2.5	2.6	2.4	2.5	2.5	2.4	2.5	2.4	2.5	2.4	2.4	2.5	2.6	2.4		2.5	2.5	2.5



Geo TEST V S.A.C.

 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

 ING. JUAN JERRY VALER SUZCARRAY

 CIP N° 247312

 AV. DE LA LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

GEO TEST V S.A.C.

"CALIDAD Y GARANTÍA EN EL CONTROL DE MATERIAS"



TECNOLOGÍA DE CONCRETO

FORMATO	
CODIGO:	F-37/CO-01-80H
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2009
PAGINA:	41

MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS

OBRA: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMANRO (DESPUES DE SU REPARACION, REGION JUNIN 2008)

TESTISTAS: CHANCA TELERA MERY OBE
VARGAS RAMOS JUAN CARLOS

PINTURA: PINKISH CARB. JET ZINC-1880

CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA S55C PA2 - 2004

EQUIPO DE INSPECCION: PROYECTOR 6000-1HG-2060-416-03

COMPONENTE: VIGA PREPARACION DOBLETTO

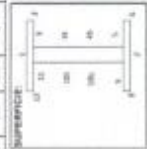
INSPECCION: ET-PT-192-03-REV 1

ESPESOR NOMINAL: 2.0 mm

ESPESOR REAL: 2.7 mm

DISTRIBUCIONES: 1.38 x 0.75 m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)										CALIF.										
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10											
1	VTM-PT102		1	2.8	2.8	2.8	3.0	2.7	2.6	2.9	2.8	2.7	3.1	2.8	3.2	3.1	2.8	2.6	3.0	2.8	2.8	AC	
			2	2.8	2.7	2.6	2.8	2.9	2.8	2.8	2.8	2.7	2.6	2.8	2.7	2.7	2.8	2.7	2.8	2.6	2.7		2.7
			3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1	3.1		3.1
			4	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1		3.1
			5	2.8	2.9	3.0	2.9	2.8	2.7	2.8	3.1	2.9	2.9	3.0	2.8	3.0	2.8	3.1	3.0	2.8	3.0		2.8
			6	2.9	3.2	3.1	3.1	2.7	2.6	2.8	2.7	3.1	3.2	3.1	2.7	2.6	2.9	2.6	2.7	2.6	3.0		2.8
			7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.7	2.6	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.6	2.7	2.8		2.8
			8	3.0	3.1	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	2.9	3.1	2.9	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	2.9		2.9
			9	2.8	3.0	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0	2.9		2.9
			10	2.3	3.4	3.1	3.3	3.3	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1	3.1	3.0	3.2	3.3	3.1	3.2	3.2	3.2		3.2
			10b	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2	3.1	3.2	3.1	3.2		3.1
			11	2.8	2.9	2.7	2.8	2.8	2.8	2.8	2.7	2.9	2.6	2.7	3.0	2.8	3.1	3.0	2.9	3.1	3.0		2.9
			12	2.7	2.6	2.4	2.6	2.6	2.5	2.5	2.4	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5		2.5



GEO TEST V S.A.C.

 CALIDAD Y GARANTÍA EN EL CONTROL DE MATERIAS

 ING. FAYE JULIA VILLO SULCARAY

 INGENIERA DE CONTROL DE CALIDAD

 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

Geo TEST V S.A.C.



FORMATO	
CODIGO:	F-27-00-01-BOH
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2020
PAGINA:	40

OBRA : EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE, COMARCADO LOS DESFILAS DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020

TESTEAS : CHANCA TELERA NIVEL DREI
VARDAS RUMOS JUAN CARLOS

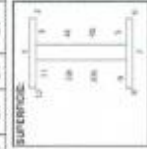
PINTURA : BOMBA CAÑA - JET ZINC-180
NORMA SSPC PA2 - 3004

CRITERIO DE ACEPTACION : POSTESTERON 6000 FMS 0905-416-03

COMPONENTE : VIGA PRINCIPAL-MANOSB ESTUQUEO

REFERENCIA : ET-PT-132-03-REV.1
2-3 mts
2.5 mts
1.06 x 1.75 m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.										
			SECCION 1	SECCION 2	PROM 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	PROM 5	P.P.	P.Y.														
1	VT/PT/132	NO ARJICA (CONCRETO)	1	2.4	2.8	2.4	2.5	2.6	2.1	2.3	2	2.4	2.2	2.2	2.1	2.3	2	2.3							
			2	3.1	2.9	2.8	2.9	2.7	2.6	2.9	2.8	3	2.8	2.0	2.0	3.1	2.0	3	2.8						
			4	3.1	3.2	3.3	3.2	3.1	3	3.1	3.2	3.1	3	3.1	2.9	3	3.2	3.1	3	3.1					
			4b	3.1	3.2	3	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3	3.1	3.2	3	3.1	3.2	3	3.1	3.1					
			5	2.8	2.8	2.7	2.8	2.7	2.8	2.8	2.7	2.9	2.8	2.9	2.8	3	2.9	3.1	2.9	3	2.9				
			6	2.6	2.8	2.9	2.8	2.5	2.9	2.4	2.6	2.6	2.7	2.5	2.2	2.3	1.8	2.3	2.2	2.5	2.5				
			7	2.4	2.6	2.1	2.4	2.6	2.4	2.3	2.4	2.5	2.8	2.4	2.6	2.6	2.7	2.8	2.7	2.6	2.8	2.5			
			8	2.1	3	2.5	2.2	2.2	2	2.1	2.1	2	2.3	2.1	2.1	2.1	2.3	2	2.2	2.4	2.1	2.2	2.2		
			9	2.6	2.8	2.7	2.8	2.8	2.9	3	2.8	2.9	2.9	3	2.9	3	3	2.9	3	3	2.9	3.1	3	2.9	
			10	3	3.2	3.1	3.1	3.1	3.2	3	3.1	3.1	3.2	3	3.2	3.1	3.3	3.2	3.1	3.2	3.2	3	3.1	3.1	3.1
			10b	3.2	3.1	3	3.1	3	3.1	3.2	3.1	2	2.8	2	2.8	2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.2	3	3.1	3.1	3.1
			11	2.8	2.9	3	2.9	2.8	3	2.9	2.9	2.8	2.9	2.9	2.8	3	2.9	2.9	2.8	3	2.9	2.8	3	2.9	2.9
12	2.5	2.7	2.6	2.6	2.5	2.5	2.8	2.6	2.7	2.6	2.9	2.7	2.8	2.8	2.4	2.7	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6			




JERRY VELIZ MUCARKY
 Ing. Civil
 C.O. Licenciado 010



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Geo TEST V S.A.C.



FORMATO	
COORD.:	F.27-00-01-001
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2020
PAGINA:	01

OBRA: EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE DOMINICO DESPUES DE SU REHABILITACION, REGION JUNIN 2020

TRABAJOS: OBRAS DE REPARACION DE LA CARRETERA VIAL EN EL CANTON VILLA VIEJA, PROVINCIA DE SAN CARLOS

PINTURA: PINTURA DE PROTECCION ANTIRROSCION

CRITERIO DE ACEPTACION: NORMA SSPC PA2 - 2004

EQUIPO DE INSPECCION: EQUIPO DE INSPECCION

COMPONENTE: VIGA PRECIPITADA EN CEMENTO PUCCION

REFERENCIA: ET-PT-102-03-REV.1

ESPESOR NOMINAL: 5-8 mm

ESPESOR REAL: 8 mm

DIMENSIONES: 1.30 x 0.30 m

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (mm)												CALC.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1	VIGAS	SUPERFICIE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387</



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

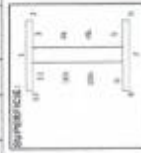
GEO TEST V S.A.C.



FORMATO	
MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA EN VIGAS	
OBRA : EVALUACION DE LA CONDICION REAL DEL PUENTE COMNERO (DORSAL DE SU REFINABILITACION, REGION LIMA 2003) TEBISTAS : CHUNCA TELERA MARICORT VARIAS RAMAS JARRIGORLOS	CODIGO: F-27-02-01-01-01 VERSION: 1 FECHA: Octubre - 2000 PAGINA: 43
PINTURA : PRIMERA CAPA - JET ZINC LARBO CRITERIO DE ACEPTACION : NORMA ASTM C 1204 EQUIPO DE INSPECCION : POSICIONADOR 6000 FMS-009-418-33 COMPONENTE : VIDA PROMEDIAL MARCON COBREPPO	REFERENCIA : ET-05-102-03-REV.1 ESPESOR NOMINAL : 2-3 mm. ESPESOR REAL : 2.6 mm. DIMENSIONES : 1.08 x 3.17 (1)

REFERENCIA : ET-05-102-03-REV.1
ESPESOR NOMINAL : 2-3 mm.
ESPESOR REAL : 2.6 mm.
DIMENSIONES : 1.08 x 3.17 (1)

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALZ.										
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12											
1	VITRINFIL		1	2.4	2.6	2.5	2.5	2.3	2.3	2.6	2.4	2.5	2.6	2.7	2.4	2.6	2.3	2.5	2.6	2.5	2.5				
			2	2.8	2.8	3	2.9	3.2	3.1	3	3.1	2.6	2.4	2.5	2.3	2.5	2.6	2.6	3	2.7	2.8	2.8			
			4	3.1	3.5	3	3.2	3.3	3.1	3	3.2	3.3	3.1	3.2	3	3.2	3.3	3.2	3	3.2	3.2	3.2			
			4b	3.2	3	3.1	3.1	3	3.2	3.3	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3	3	3.2	3	3.1	3.1	3.1			
			5	3	3.1	3.9	3	3.1	3	3.2	3.1	2.9	2.8	2.9	2.9	3	3.1	3.3	3.1	3	3.1	3.2	3.1		
			6	2.8	2.9	2.9	2.9	3.0	2.7	2.8	2.8	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.6	2.7	2.6	2.7	2.5	2.7		
			7	2.8	2.8	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	2.8	2.7	2.8	2.1	2.5	2.9	2.9	2.7	2.7	2.8	2.6	2.7	2.7		
			8	2.3	2.4	2.5	2.4	2.6	2.4	2.8	2.6	2.5	2.5	2.8	2.6	2.3	2.6	2.2	2.4	2.5	2.1	2.5	2.4		
			9	3.3	3	2.9	3.1	3	2.7	3.8	3.8	3.7	3	3.3	2.7	2.3	2.6	2.9	2.6	2.5	2.6	2.7	2.8		
			10	3.1	3.2	3	3.1	3.2	3	3.1	3.2	3.2	3.3	3.2	3.3	3.1	3.2	3.3	3.2	2.6	2.7	2.9	2.7		
			10b	3.2	3	3.2	3.1	3.1	3.2	3.3	3.2	3.3	3.1	3	3.1	3	3.1	3.0	3	3.1	3.2	3.1	3.1		
			11	3	2.9	3	3	3.2	3	3.1	3.2	3.3	2.9	3	2.9	3	3.2	3	3.1	3	3.2	3.1	3.1		
12	2.8	2.5	2.7	2.6	2.5	2.4	2.8	2.5	2.4	2.6	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7	2.3	2.8	2.4	2.6	2.5					



GEO TEST V S.A.C.
 WWW.GEOTESTV.COM
 MAX JERRY VELIZ GULCARAY
 C.R. N° 247212
 EL LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA

GEO TEST V S.A.C.



FORMATO	
CODIGO:	P-27-02-04-038
VERSION:	1
FECHA:	Octubre - 2020
PAGINA:	06

OBJETO: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUNTE COMUNERO (ESPRES) DE SU REPARACIÓN, REGIÓN J. ARAUCO 2020

UBICACIÓN: CHINCA TUBIDA, MUNICIPIO DE VARELAS, PROVINCIA DE JUAN CARLOS BOSA, CANTÓN DE VARELAS, GUAYAS

REFERENCIA: EP-PT-10-03-VEU-1
- 5.8 mm
- 8.0 mm
- 1.28 x 9.17 m

REFERENCIA: ESPESOR NOMINAL
ESPESOR REAL
DIMENSIONES

ITEM	CODIGO	SUPERFICIE	ESPESOR (en mm)												CALIF.									
			SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	SECCION 6	SECCION 7	SECCION 8	SECCION 9	SECCION 10	SECCION 11	SECCION 12										
1	VT10-PT10	1	7.8	8.2	7.4	7.8	8.0	7.9	8	7.6	8.4	6	6.1	6.8	7	6.9	7.8	7.2	7.4	7.8	7.2	7.4	7.4	
		2	7.6	8.5	8.3	8.2	7.6	8.7	7.5	7.3	8.2	8.1	7.6	8	7.1	8.1	8.2	7.8	7.8	8	7.2	7.2	7.9	7.9
		3	7.4	9.3	8.2	8.3	7.8	8.2	8.4	8	8.2	7.3	8	7.9	7.8	7.6	8.9	7.4	8.1	8.2	7.6	8	8.1	7.9
		4	8	8.2	9.1	8.8	7.7	8.7	8.1	8.2	8.5	8.4	8.1	8.7	8	8.2	8.1	8.1	8.2	8.1	8	8.1	8.1	8.4
		5	7.7	10	9.8	8.8	8.4	8.5	8.3	8.4	8	8.1	8.2	8.2	8.1	8.5	8.6	8.4	8	8.3	8.1	8	8.3	8.4
		6	8.2	8.2	8.4	8.5	7.6	8	8.3	7.3	7.4	7.8	8.0	7.3	7.9	10.0	9.2	11.7	7.8	6.4	7.8	7.3	7.7	7.7
		7	7.2	8.9	8.7	8.9	7	9	8.7	8.2	7.5	8.8	7	7.1	8.7	8.9	7.2	7.6	8.2	8.6	8.7	7.8	7.4	8.0
		8	7	8.0	8	8.3	7.9	8.2	8	8.4	7.4	8.3	8.9	8.6	10.1	7.1	7.8	8.3	8.2	7.6	8.6	7.5	7.8	7.8
		9	8.6	8	7.9	8.2	7.6	8.5	8	8	7.8	8.8	7.6	8.1	8.1	8.6	9.4	8.2	7.8	7.8	7.2	7.8	7.6	8.1
		10	7.5	7	8.5	7	7.7	8.9	7.9	8.2	7	8.1	7.7	7.7	8.2	8.3	8.1	8.2	8	7.7	7.9	7.9	7.8	7.8
		11	8	8.2	8.9	8.2	7.9	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	8.2	8	8.1	8.3	8	8.1	7.8	8.4	8.2	8.1	8
		12	8.5	8.1	8.1	8.4	7.4	8.9	8	8.1	8	8.1	7.6	7.9	8	8.1	8.5	8.6	8	8.5	8.6	8.2	8.3	8.3
		13	8.7	7.9	7.9	8	7.7	9.1	8.2	8.3	7.8	8.8	8.8	7.8	9.2	8.8	8.1	8.6	8.4	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3



GEO TEST V S.A.C.
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAÚLICA
 MAX JERRY VELAZ SUICARAY
 CIP N° 24532
 4656 DE LABORATORIO

ANEXO 8. PANEL FOTOGRÁFICO

PANEL FOTOGRÁFICO DE ESTUDIO GEOTECNICO

TESIS: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020

I. Informe Fotográfico

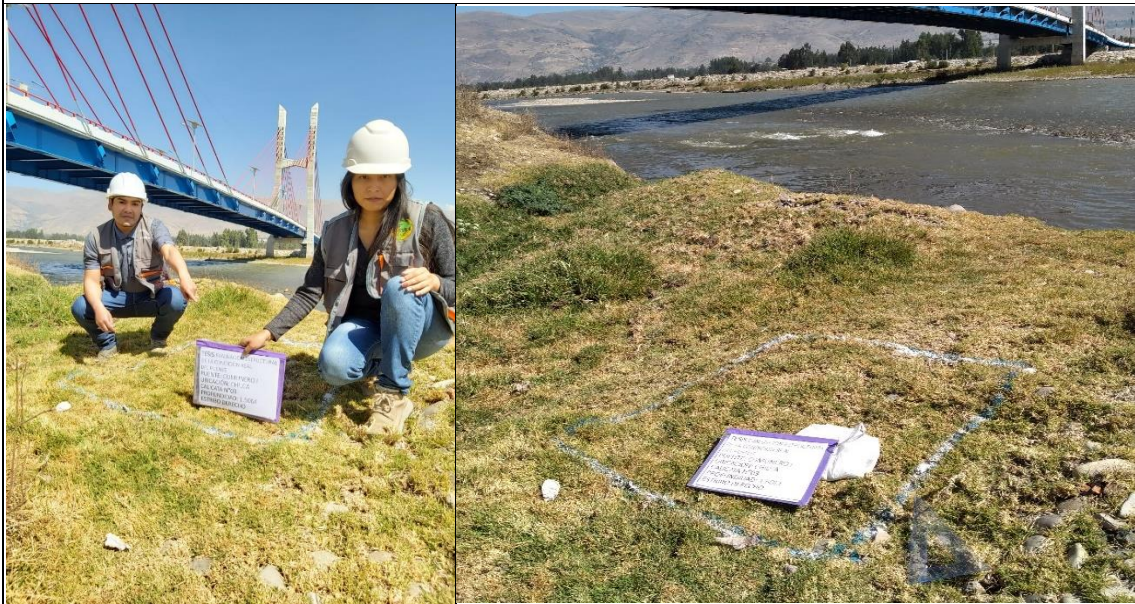
Calicatas



Calicata N°01 margen izquierda, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



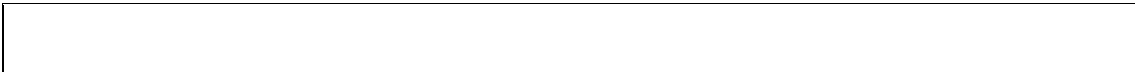
Calicata N°02 margen izquierda, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



Calicata N°03 margen izquierda, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



Calicata N°04 margen derecha, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.





Calicata N°05 margen derecha, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.



Calicata N°06 margen derecha, de 1.00 metro por 1.00 metro, excavación de 1.50m.

Laboratorio de Suelos



Equipo de trabajo en el laboratorio de suelos



Secado y cuarteo de las muestras de las Calicatas de la margen Izquierda



Ensayo de Granulometría y separación de las muestras según tamiz.



Pasantes separados del Tamiz 1 ½ hasta Tamiz N°4 y Pasantes separados del Tamiz 8 hasta Tamiz N°200



Tomando datos de los pesos parciales retenido en cada tamiz de las muestras de la margen izquierda.



Cuarteo y granulometría de las muestras de las Calicatas de la margen Derecha



Pasantes separados del Tamiz 1 ½ hasta Tamiz N°4



Pasantes separados del Tamiz 8 hasta Tamiz N°200



Tomando datos de los pesos parciales retenido en cada tamiz de las muestras de la margen derecha

PANEL FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

TESIS: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE
COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN
JUNÍN 2020

I. Informe Fotográfico

Tratamiento de Fisuras en la Parte Inferior de la Losa



Toma de datos del esclerómetro en el estribo de la margen izquierda.



Toma de datos del esclerómetro en el pilón de la margen izquierda.



Limpeza en el área y toma de dato del esclerómetro en el estribo de la margen derecha.



Toma de datos del esclerómetro en el pilón de la margen derecha.



Toma de datos del esclerómetro en los pilones en la parte superior de la losa

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA MEDICIÓN DEL ESPESOR DE PINTURA

TESIS: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020

I. Informe Fotográfico

Medición de Espesor de Pintura



La medición de espesores de pintura con el equipo de inspección POSITECTOR 6000, se realizó en las vigas transversal y longitudinales del puente Comunero I.

PANEL FOTOGRÁFICO DE LAS FISURAS ANTES DE LA REHABILITACIÓN DEL PUENTE COMUNERO I

TESIS: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMUNERO I DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020

I. Informe Fotográfico

Tratamiento de Fisuras en la Parte Inferior de la Losa



Las fisuras se encuentran ubicados en áreas cercanas al estribo de la margen derecha del puente.



Fisuras en la parte inferior de la plataforma de la margen derecha del puente



Fisuras en la parte inferior de la plataforma del Puente Comuneros I del tramo central



Fisuras en la parte inferior de la plataforma del Puente Comuneros I del tramo central

Tratamiento de Fisuras en la Parte Superior de la Losa



Fisuras en la parte superior de la plataforma del tramo central del puente



Fisuras en la parte superior de la plataforma del tramo central del puente.



Fisuras en la parte superior de la plataforma del Puente Comuneros I de la margen izquierda.

Reforzamiento de la Losa con CFRP

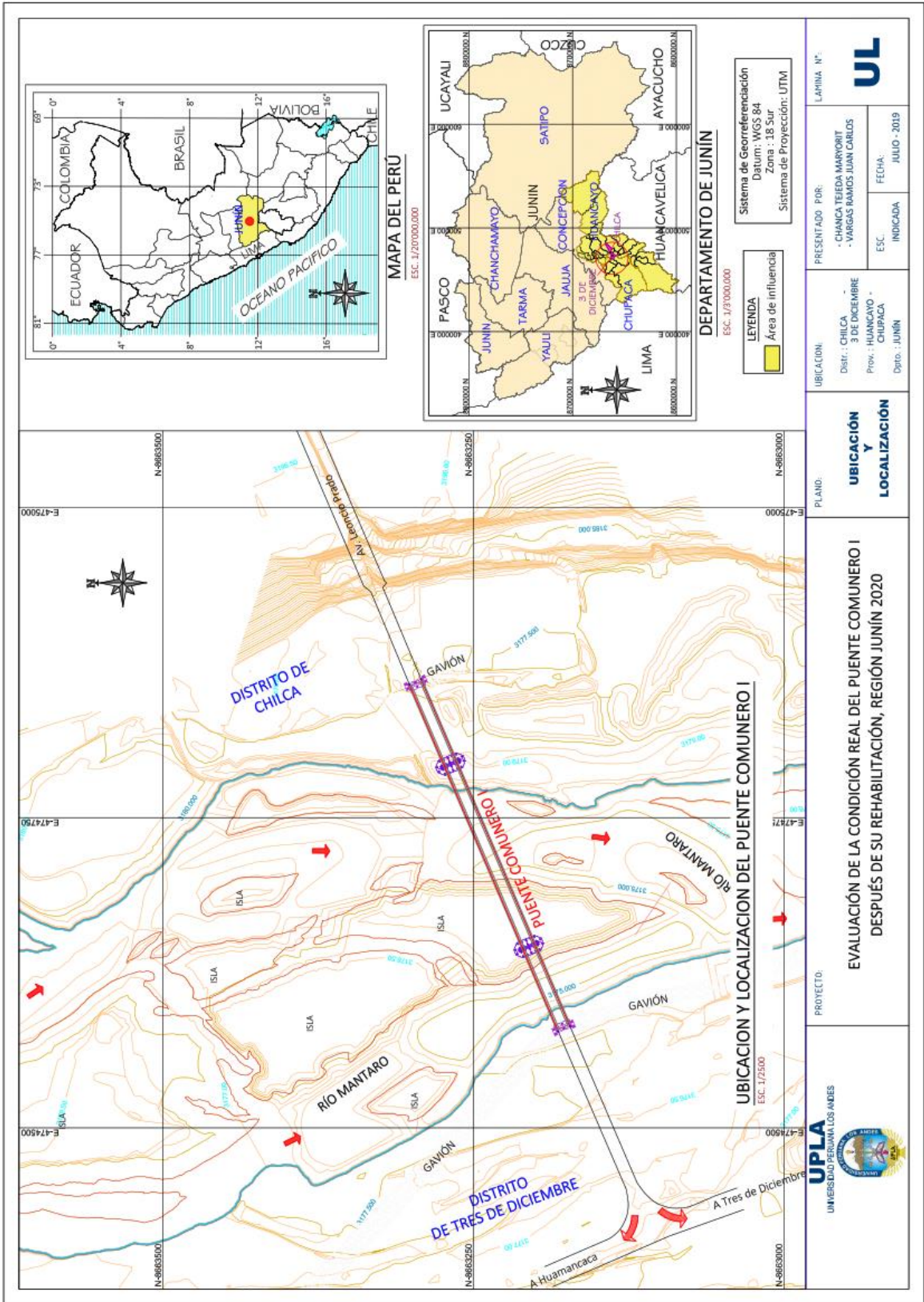


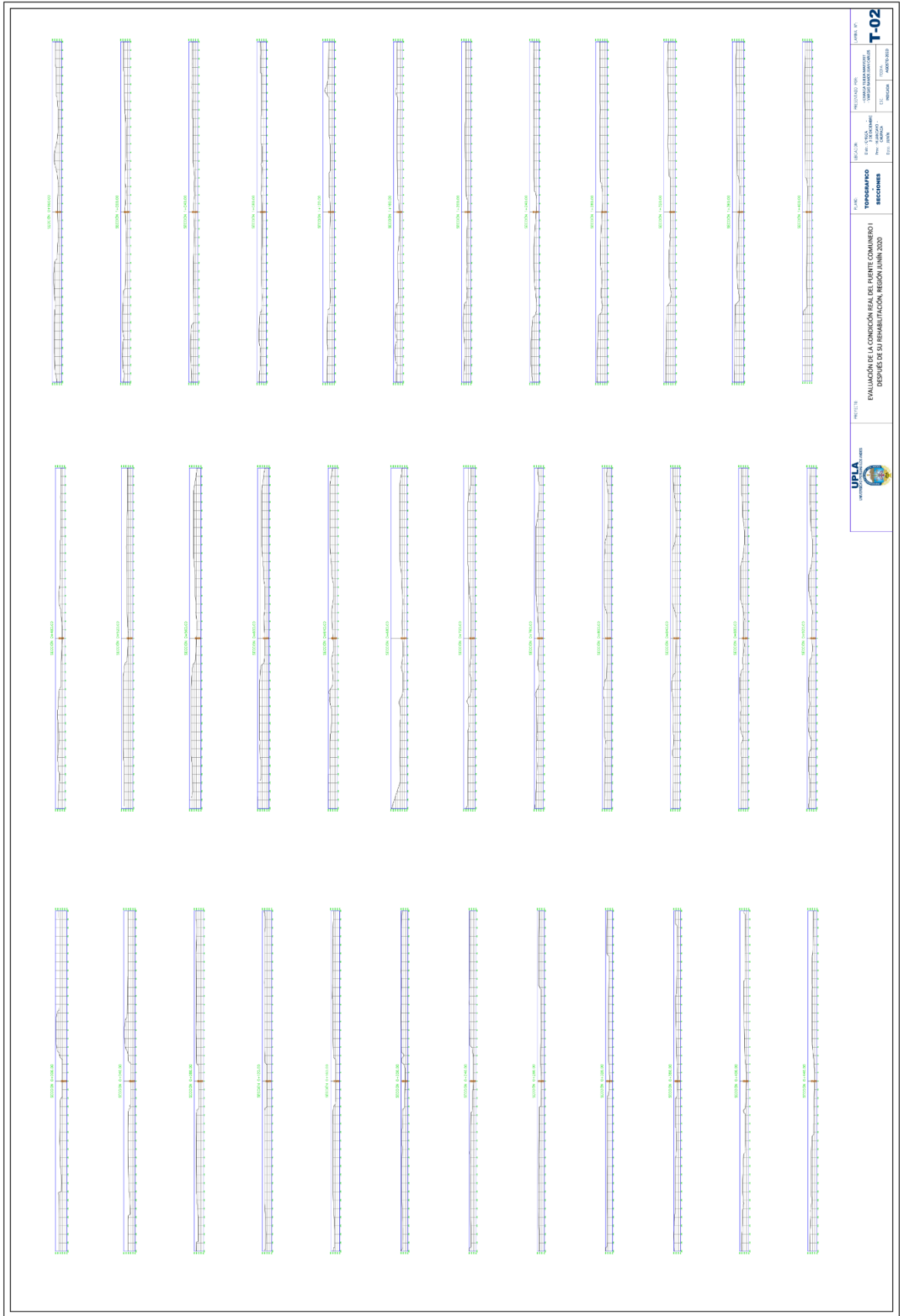
Colocación de la barra de fibra de carbono en la ranura de losa del puente

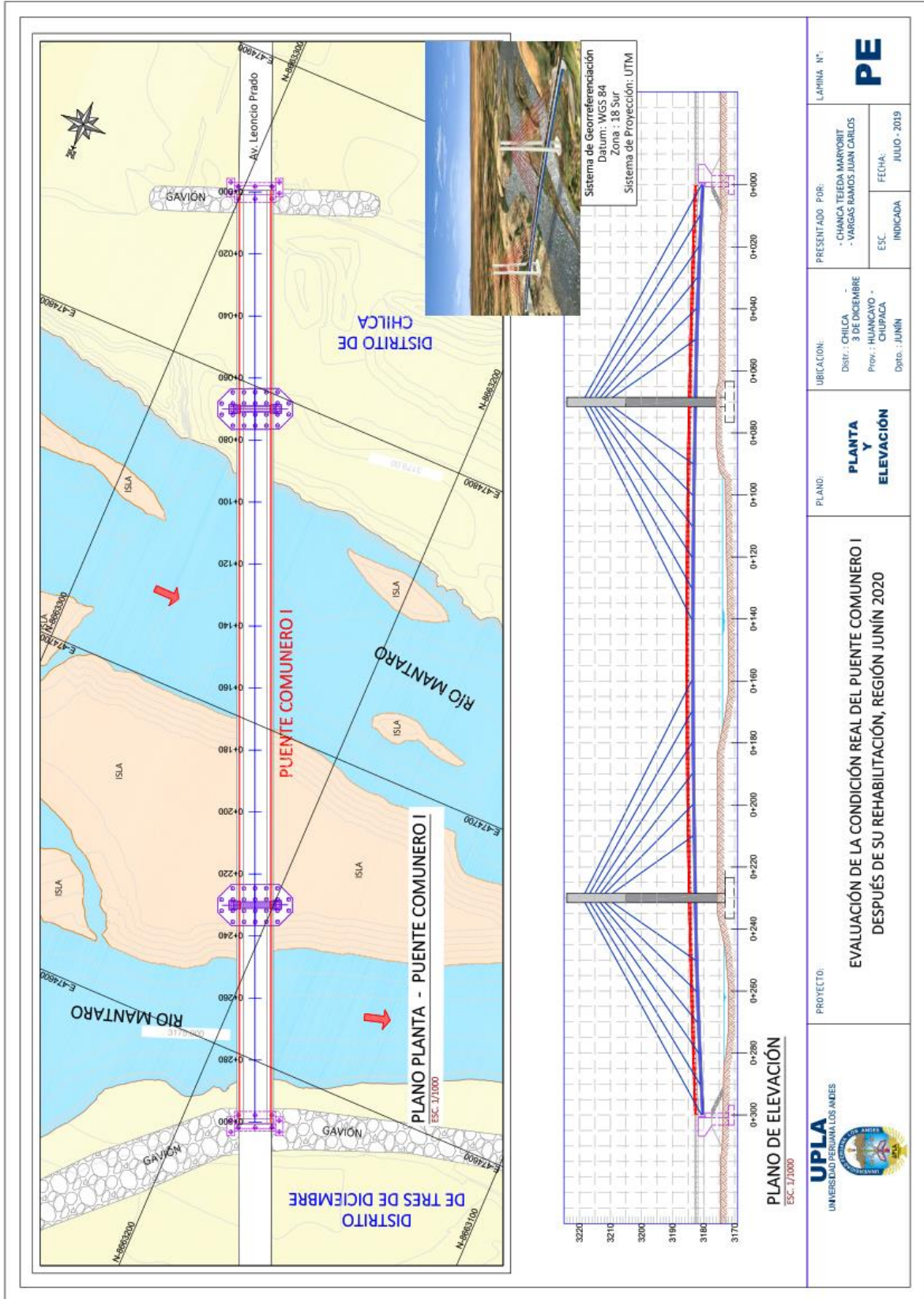


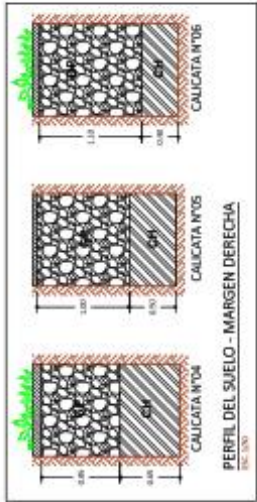
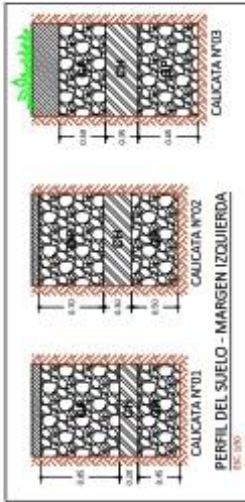
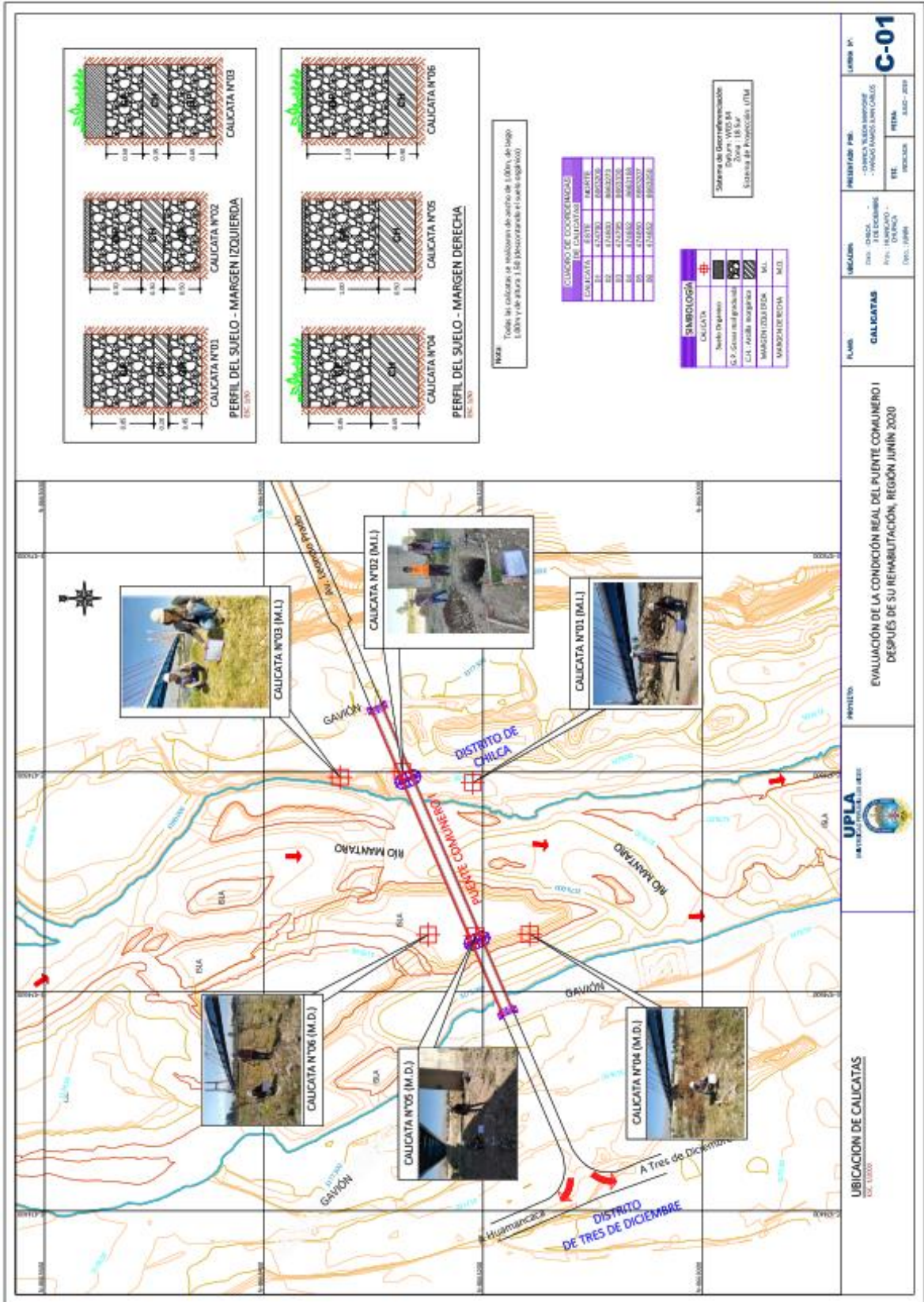
Lámina de fibra de carbono en la parte inferior de la plataforma del puente.

ANEXO 9. PLANOS









NOTA: Todas las calicatas se realizaron de acuerdo de 1.00m, de largo 1.00m y de altura 1.50 (horizontalmente el suelo original).

CUADRO DE COORDENADAS DE CALICATAS

N°	E	N
01	4742073	4992270
02	4742073	4992273
03	4742074	4992308
04	4742075	4992118
05	4742075	4992307
06	4742077	4992307

SIMBOLOGÍA

CALICATA	+
Suelo Original	▨
S.P. Grava y arcilla	▨
C.A. Arcilla orgánica	▨
MARGEN IZQUIERDA	▨
MARGEN DERECHA	▨

Sistema de Georreferenciación
Proy. WGS 84
Datum: S. 1984
Escala de Proyección: UTM

UBRICACION DE CALICATAS
FIG. 000

PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN REAL DEL PUENTE COMALNERI DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, REGIÓN JUNÍN 2020

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DEL QUAYUCCO (UPLA)

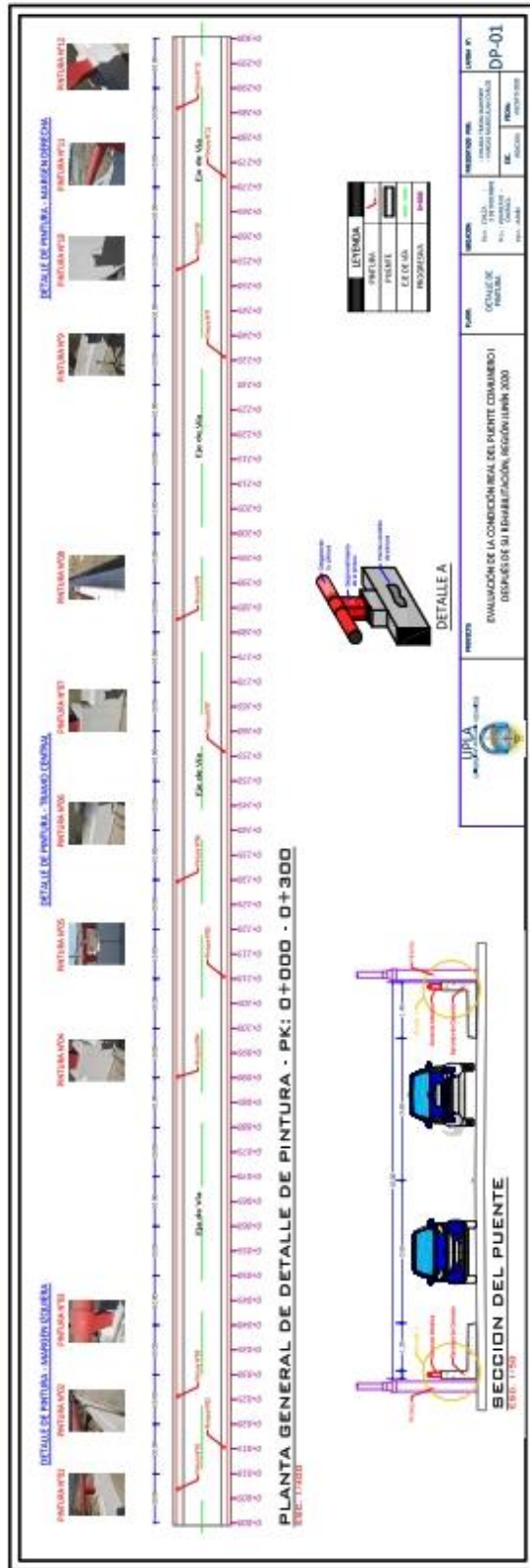
PLANO: CALICATAS

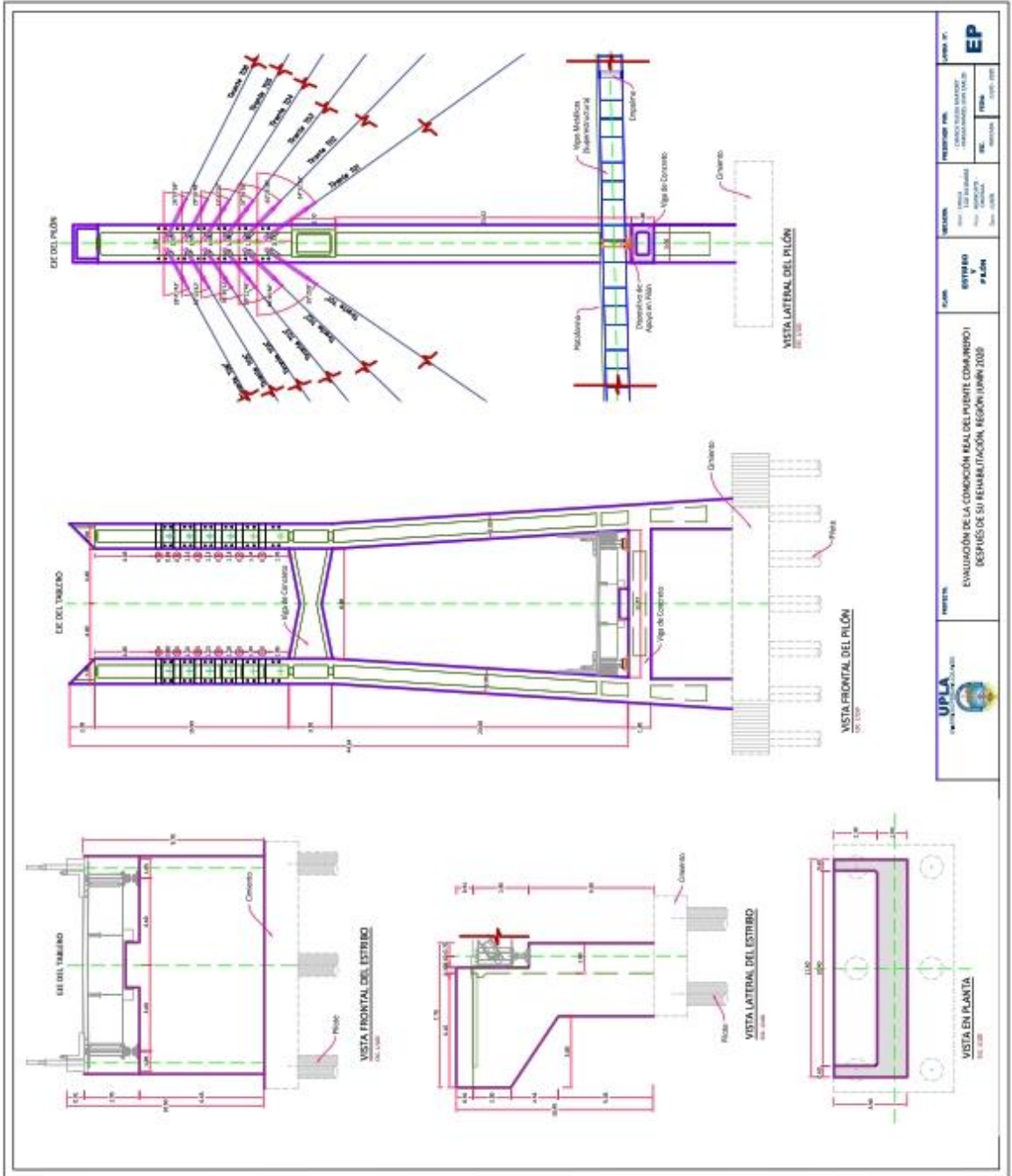
UBICACION: Dpto. JUNÍN - DISTR. DE CHILCA - Pto. HUAMANCAYO - DISTR. DE TRES DE DICIEMBRE - Dpto. JUNÍN

PRESENTADO POR: JHONATAN SANCHEZ MORALES - WILSON RAMOS LIMA CALLES

FECHA: 2020 - 2020

LÍNEA Nº: C-01





	PROYECTO: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PUENTE (COMARRO) DESPUÉS DE SU REHABILITACIÓN, RESOLUCIÓN 2008	PLANO: ESTRIBO Y PILÓN	SECCIONES: DE EL PUENTE	PROYECTISTA: CONSULTORÍA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA S.A.	ESCALA: 1:100
					FECHA: 2010

